



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

“Diseño de sistema fotovoltaico para abastecer energía eléctrica al
sistema de bombeo del Fundo San José Sector Montegrande
Reque – Chiclayo”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Luis Miguel Guzmán Custodio (ORCID: 0000-0002-7156-4108)

ASESOR:

Dr. Aníbal Salazar Mendoza (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicado con toda mi alma para mi familia en especial para mi esposa y mis hijos , han sido mi apoyo, esa fuerza que me han llevado a culminar con éxito mis estudios, esta etapa muy importante de mi vida Profesional.

También quiero dedicarle a mi hijo, que con su comprensión, apoyo constante y dulzura ha conquistado mi corazón y siempre pidiéndole a Dios nos conceda la oportunidad de seguir compartiendo momentos felices y de éxitos juntos en nuestras vidas.

Guzmán Custodio Luis Miguel

Agradecimiento

Agradezco a dios en primer lugar por darme la vida, fortaleza y fuerza de seguir superándome en mi vida profesional adquiriendo nuevos conocimientos para aplicarlos en favor del desarrollo de nuestro distrito, nuestra región, nuestra sociedad y de nuestro País.

A mis padres Por su apoyo siempre y último agradecemos a toda la plana docente de nuestra prestigiosa Universidad que a lo largo de nuestra formación Profesional nos han transmitidos sus conocimientos y experiencias para ser de nosotros unos profesionales competitivos y de excelencia.

Guzmán Custodio Luis Miguel

Página del Jurado

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Guzmán Custodio Luis Miguel estudiante de la Escuela Profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 43776228, con el trabajo de investigación titulada, "DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER ENERGIA ELECTRICA AL SISTEMA DE BOMBEO DEL FUNDO SAN JOSE - SECTOR MONTEGRANDE REQUE - CHICLAYO"

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de oro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 21 de Febrero, 2020

Nombres y apellidos: Guzmán Custodio Luis Miguel

DNI: 43776228

Firma:



Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas	ix
Índice de Ilustraciones.....	x
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Realidad Problemática	2
1.1.1 Problemática Internacional	2
1.1.2 Problemática nacional.	3
1.1.3 Problemática Local	4
1.2 Trabajos Previos.	6
1.3 Teorías Relacionadas al tema.....	10
1.3.1 Energía Solar.....	10
1.3.2 Naturaleza de la energía solar.....	13
1.3.3 Sistemas estructural solar	13
1.3.4 Radiación solar sobre la superficie de la tierra	14
1.3.5 Sistema Eléctrico.	15
1.3.6 Las Energías Renovables.....	16
1.4 Formulación del Problema	20
1.5 Justificación del Estudio.....	20
1.5.1 Justificación Técnica.....	20
1.5.2 Justificación Económica	20

1.5.3	Justificación Social	20
1.5.4	Justificación Ambiental	20
1.6	Hipótesis.	21
1.7	Objetivos.	21
1.7.1	Objetivo General.....	21
1.7.2	Objetivos Específicos.	21
II.	MÉTODO	22
2.1	Diseño de Investigación.	22
2.1.1	No Experimental	22
2.2	Variables Operacionalización.....	22
2.2.1	Variable Independiente	22
2.2.2	Variable Dependiente.	22
2.2.3	Operacionalización de las Variables.....	23
2.3	Población y Muestra.....	24
2.3.1	Población.....	24
2.3.2	Muestra.....	24
2.4	Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.	24
2.4.1	Técnicas de Recolección de Datos.....	24
2.4.2	Instrumentos de Recolección de Datos.	25
2.5	Métodos de Análisis de Datos.....	25
2.6	Aspectos Éticos.....	26
III.	RESULTADOS.....	27
3.1	Determinar los requerimientos del recurso hídrico para el abastecimiento al fundo San José	27
3.1.1	Cálculo del Número de Surcos por hectárea	28
3.1.2	Cálculo del Número de Plantones de espárragos.....	28
3.1.3	Cálculo del Caudal necesario de riego por hectárea	28

3.2	Determinar el potencial solar fotovoltaico en las zonas aledañas al fundo san José.....	29
3.2.1	Determinación del nivel de radiación promedio solar en (Kw.h/m ²)	32
3.2.2	Niveles de Radiación en kw.h/m ²	33
3.3	Diseñar el sistema de generación fotovoltaico para abastecer de energía al fundo san José.....	34
3.3.1	Cálculo y Selección de la Bomba	34
3.3.2	Cálculo del consumo energético total	37
3.3.3	Cálculo y selección del módulo solar	38
3.3.4	Cálculo y selección del sistema del acumulador.....	39
3.3.5	Cálculo y selección del regulador de carga	40
3.3.6	Cálculo y selección del Inversor	40
3.3.7	Selección de los Conductores (ver anexo n° 08).....	41
3.3.8	Cálculo de Caída de Tensión	42
3.4	Realizar la evaluación económica del sistema de generación eléctrica fotovoltaico.....	44
3.4.1	Determinación del Presupuesto del Sistema Fotovoltaico:.....	44
3.4.2	Evaluación Económica del Presupuesto del Sistema Fotovoltaico:.....	45
IV.	DISCUSIÓN	48
V.	CONCLUSIONES	50
VI.	RECOMENDACIONES	51
	REFERENCIAS.....	52
	ANEXOS	53

Índice de tablas

Tabla 1: Eficiencias alcanzadas en diversos tipos de celdas solares	18
Tabla 2: Cuadro de Operacionalización de variables.	23
Tabla 3: Mediciones de radiación tomadas en el Fundo San José en Mayo del 2019	29
Tabla 4: Niveles de Radiación Solar Promedio Total en w.h/m2	32
Tabla 5: Niveles de Radiación Solar Promedio Total en kw.h/m2	33
Tabla 6: Coeficiente de HAZEN – WILLIAMS	35
Tabla 7: selección de conductor	41
Tabla 8: determinación del presupuesto fotovoltaico	44
Tabla 9 evaluación económica del sistema	45
Tabla 10: costo de inversión de siembra	45
Tabla 11: Evaluación económica proyecto	46

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Planta solar flotante Huaina e 40MW	3
Ilustración 2 : Foto aérea del fundo san José	5
Ilustración 3 : Diagrama de carga y duración	14
Ilustración 4 : Cadena de valor de la electricidad.	15
Ilustración 5: Principales fuentes de energía renovable	16
Ilustración 6: Esquema del efecto fotovoltaico.	17
Ilustración 7: niveles de radiación solar promedio total en kw.h/m2	32
Ilustración 8: Evolución de la Radiación solar promedio.	33

Resumen

El fundo san José -Monte grande – Reque no cuenta con servicio eléctrico para el bombeo de agua del pozo tubular. Por la necesidad de obtener agua utilizan métodos rústicos y de esfuerzo físico que limitan la obtención de este recurso básico. Esto conlleva a utilizar sistemas de bombeo de motores a gasolina o petróleo utilizando el agua de acequia o de río trayendo este recurso desde muy lejos lo cual resulta muy costoso. Los riegos son por inundación a sus campos y con ello una baja producción de sus productos. De tal manera que su producto no cumple con los modelos de calidad para la comercialización en el mercado local. Para ello se está implementando este proyecto de un diseño de un sistema de generación fotovoltaico para energizar este pozo del fundo san José e irrigar sus campos con riego tecnificado para el ahorro del agua. El uso de la energía renovable se presenta como una opción considerable para fundo san José ya que nos encontramos ubicados en una zona donde la intensidad y la radiación es bastante fuerte durante el día, permitiendo el funcionamiento adecuado de este sistema logrando satisfacer las demandas y mejorando la calidad del producto de sus campos para lo cual se planteó como objetivo principal Diseñar un sistema de generación fotovoltaica para el sistema de bombeo del sector Monte grande – Reque- Chiclayo, para esto se determinó el requerimiento hídrico para abastecimiento siendo este 19200 l/h, teniendo un nivel máximo de promedio de radiación solar con un valor de 7.63 kw.h/m² y el nivel mínimo de promedio un valor de 6.24 kw.h/m², se calculó el dimensionamiento de los elementos electromecánicos del sistema fotovoltaico teniendo para esto un valor de implementación que asciende a la suma de S/. 94,988.00 (Noventa y Cuatro Mil Novecientos Ochenta y Ocho con 00/100 Soles).

Palabras Claves: sistema fotovoltaico, generación fotovoltaica, radiación solar, recurso hídrico.

Abstract

The San José-Monte Grande farm - Reque does not have electric service for the pumping of water from the tubular well. Due to the need to obtain water, they use rustic methods and physical effort that limit the obtaining of this basic resource. This leads to the use of pump systems for petrol or oil engines using ditch or river water, bringing this resource from far away, which is very costly. The irrigations are by flood to their fields and with it a low production of their products. In such a way that your product does not comply with the quality models for marketing in the local market. For this, this project of a design of a photovoltaic generation system is being implemented to energize this well of the San José farm and irrigate its fields with technified water saving irrigation. The use of renewable energy is presented as a considerable option for San Jose farm since we are located in an area where the intensity and radiation is quite strong during the day, allowing the proper functioning of this system to meet the demands and improving the quality of the product of their fields for which the main objective was to design a photovoltaic generation system for the pumping system of the Monte Grande - Reque-Chiclayo sector, for this the water requirement for supply was determined to be 19600 l / h having a maximum level of average solar radiation with a value of 7.63 kw.h / m² and the minimum level of average a value of 6.24 kw.h / m², the sizing of the electromechanical elements of the photovoltaic system was calculated having for this an implementation value that amounts to the sum of S/. 94,988.00 (Ninety Four Thousand Nine Hundred Eighty – Eight with 00/100 Suns).

Keywords: photovoltaic system, photovoltaic generation, solar radiation, water resourc

I. INTRODUCCIÓN.

1.1 Realidad Problemática

1.1.1 Problemática Internacional

De manera constante la existencia de problemas en el uso de la energía en la sociedad actual nos presenta conceptos nuevos y no tan nuevos como los son energías limpias, alternativas, eficiencia energética, restricciones energéticas, etc. Las sociedades actualmente aceptan el concepto de que se cuenta o se tiene energía gratuita que proviene del sol en forma de luz llamada energía fotovoltaica (García, 2015, p. 2).

La crisis energética no es un tema nuevo en la sociedad actual, el consumo desmedido de energía y la utilización de recursos contaminantes para obtenerla hacen que se busquen alternativas de generación eléctrica que sean más amigables con el medio ambiente así surgen entre las posibles soluciones a este problema los sistemas fotovoltaicos que permiten mitigar costos de generación, logran alcanzar zonas que no pueden conectarse a las redes convencionales de energía y utiliza recursos ilimitados a medida que estén disponibles ya que la radiación solar fotovoltaica llega a todos los rincones del planeta (PNUD – Perú, 2013, p.60).

En los países que ya han desarrollado su sociedad y por ende su tecnología y entendimiento de la importancia de usar el recurso solar tienen sistemas fotovoltaicos que se utilizan en conjunto con los sistemas ya establecidos, en cambio las sociedades en vía de desarrollo o no desarrolladas utilizan los sistemas fotovoltaicos en su mayoría o totalidad para las zonas alejadas o aisladas de las redes eléctricas. Los sistemas aislados son muy flexibles para cargas específicas como el bombeo solar donde el agua se almacena elevándola en un contenedor esta se bombea en horas de sol y se le aumenta la energía potencial del

fluido para la hora que se requiera, o la utilización de energía eléctrica para almacenarse en alguna acumulador o batería para poder utilizarla en cargas eléctricas cuando se le requiera esta energía como puede ser utilizada en cargas de características variables requiere más componentes electrónicos que permitan acondicionar la salida de energía a la entrada del dispositivo que se requiere utilizar (Practical Action, 2007, p. 3 – 4).

La importancia de proporcionar a los pequeños agricultores una forma de riego que les permita reducir sus costos y les de la alternativa de utilizar el recurso hídrico de manera sostenible y racional es reconocible a simple vista, se pretende que en un futuro no muy lejano el 60% del producto agropecuario provenga de los pequeños agricultores que cuentan con tierras con sistemas de riego, las áreas cultivadas en los países que cuentan con sistemas de riego en los países desarrollados llega al 75%, la mitad de esta área es cultivada por agricultores que en un 80% no cuentan con energía eléctrica en sus tierras (Barreto, 201, p.1).

El riego tecnificado es un tipo de riego específico que si es comparado con el tipo de riego más común en la agricultura que es el riego por inundación este demuestra que es superior en un 40% de eficiencia, esto se debe a la utilización de la energía eólica y fotovoltaica para abastecer a las bombas que se utilizan las cuales son de auto compresión y baja presión. Gracias al riego tecnificado se logran aumentar el número de cosechas al año que por motivos de agua o carencia de energía no le logra lo que resulta en un aumento de utilidades para los agricultores.



Ilustración 1: Planta solar flotante Huaina e 40MW

Fuente: MASHAVD (2016, P.1)

1.1.2 Problemática nacional.

En el Perú la electrificación se particulariza en varios aspectos por ejemplo hacia las localidades alejadas, que no cuentan con acceso a las redes, que tienen una cantidad de consumo de energía muy reducido, las viviendas no se encuentran consolidadas en una sola zona, se tiene un ingreso económico por familia muy reducido, la disposición de infraestructura para los servicios de educación, salud, vivienda y agricultura entre otros es deplorable. Estas condiciones establecen una limitante en los proyectos de electrificación en la zona rural debido que al evaluarse presentan una baja rentabilidad económica lo que establece que no sean proyectos donde la inversión privada quiera arriesgar lo que demanda para hacerlos factibles a la inversión privada la participación del estado. El estado participa de gran manera en este tipo de proyectos debido a que su desarrollo establece una rentabilidad social muy alta ya que permitirá que el poblado se desarrolle socialmente aumentando su acceso a la salud, educación, confort, educación e la industria realizando proyectos de índole productivo (Ministerio de Energía y Minas, 2014, p.5).

El interés por las energías limpias en el Perú se origina por la crisis que ha empezado desde un tiempo en el consumo del combustible fósil, así la orientación de utilizar el recurso renovables sobretodo el solar de manera directa ha abierto el interés de todos los países ya que se deben buscar opciones para el fin de la era del petróleo, los sistemas de bombeo no son ajenos a esta crisis ya que la maquinaria que se utiliza debido a la falta de energía eléctrica en los sectores rurales es justamente el petróleo así la orientación a buscar otro tipo de energía también en este sector es conciso, siendo la energía eólica y fotovoltaica son las medidas más prometedoras . la aplicación de la tecnología solar tiene sus frutos y se muestran en Perú como por ejemplo los calentadores de agua en Arequipa o los secadores de maíz en el Valle Sagrada del Urubamba demuestran que el aprovechamiento del recurso solar es no solo viable si no también factible (Horn, 2006, p. 1).

Aun teniendo el recurso a disposición el desarrollo en el Perú para el uso de estas tecnologías es poco solo el 23.7% al 2010 de la población en ese entonces 6.5 millones de peruanos carecían del servicio eléctrico en el territorio. Es en las zonas aisladas donde se encuentran la mayor parte de estas personas que el 67% de la población en el sector rural no disponen de energía eléctrica. Lo que acentúa las características de pobreza en este sector, y también establece una limitación en los pobladores para que puedan corregir o superar los problemas que se les presentan de manera cotidiana (Soluciones Prácticas, 2010, p. 9).

1.1.3 Problemática Local

El fundo san José -Monte grande – Reque se encuentra en el sector rural del distrito por lo que el servicio eléctrico no llega a los terrenos, este evidencia la necesidad de energía para poder satisfacer sus necesidades, sobre todo las de adquisición de agua que es suministrada por un pozo tubular, se logra extraer el recurso del pozo por medio de fuerza física lo que estable un limitante para la comunidad.

Cuando se requiere el recurso para la siembra o animales se utiliza equipos de bombeo a funcionan con combustibles fósiles tomando el recurso de las acequias resultando un servicio muy costoso debido a lo lejano que están los puntos de acceso al agua, establecen los riegos por medio artesanales el que utilizan en la zona en su mayoría es por inundación lo que trae una producción que se podría mejorar, y sus productos no logran alcanzar una calidad rentable para la comercialización de estos en los mercados cercanos

Por este motivo se establece o se desarrolla esta investigación que establece un sistema de bombeo fotovoltaico para el pozo del fundo San José con el cual se establece no solo el consumo de agua por parte de los habitantes del fundo sino también para el riego de las parcelas utilizando riego tecnificado para poder considerar el ahorro del agua. El uso de la energía fotovoltaica se determina como la solución más pertinente para el fundo San José ya que el fundo se encuentra ubicado en una zona donde el recurso solar abunda durante todo el día y durante todo el año estableciendo un punto óptimo para la aplicación de la investigación, esto se demuestra en el desarrollo donde se obtiene que la energía es suficiente para cubrir las demandas de agua para el consumo humano y para la riega de las parcelas.

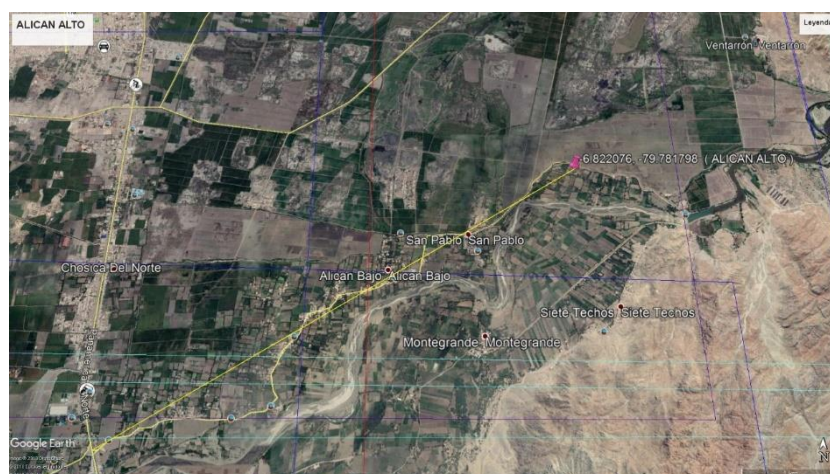


Ilustración 2 : Foto aérea del fundo san José

Fuente: Google Earth

1.2 Trabajos Previos.

En la investigación denominada “Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú” que se desarrolló para poder obtener el título de master se pretende transferir conocimiento y divulgarlo para ratificar el uso de la energía solar y la eficiencia energética, así como mostrar que se debe cooperar con las autoridades locales para poder fomentar el uso de las energías sostenibles en las zonas alejadas de las ciudades además de garantizar la armonía de la generación eléctrica con el medio ambiente. La investigación contempla el uso de las dos energías que brinda el sol la fotovoltaica en cuanto a su uso en la iluminación y la térmica en cuanto al calentamiento del agua en un módulo sanitario ecológico. Se valoró el rendimiento y eficiencia de los equipos realizando mediciones de sus parámetros, además se evaluó económicamente y financieramente la factibilidad económica. Como resultado de la investigación se realizó un prototipo del sistema diseñado y se colocó para la disposición de las personas que quieran acercarse a revisar y conocer cómo se puede dar el aprovechamiento solar de sus dos energías. La investigación demuestra la potencialidad del recurso solar lo que brinda una ventana a los gobiernos locales, regionales o nacional puedan desarrollar este tipo de tecnologías que utilicen el recurso renovable para zonas aisladas y que trabajen de manera amigable con el medio ambiente (Piriz Sagahon, 2013).

En la investigación que lleva el título de Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú - universidad Upc Barcelona Tech escuela de caminos, canales y puertos 2013” se concluye que la electrificación fotovoltaica de comunidades aisladas presenta una solución muy buena para satisfacer las necesidades de dicha comunidad, además presenta que las termas solares utilizadas en la parte andina en el Perú se emplean desde mucho tiempo atrás aunque en la selva y la costa del Perú se tiene delegado esta tecnología, otra de las conclusiones que establece la investigación es que se debe tener seguridad del recurso solar para no crear

falsas expectativas en los comuneros debido a la variación de la radiación durante el año (Piris; 2013, p. 78).

En la investigación titulada “Comparación de los costos de sistemas fotovoltaicos para invernaderos y gastos de energía eléctrica de la red” se presenta un sistema fotovoltaico que está diseñado para proporcionar energía a comunidades aisladas que no están cerca de las redes de energía. Este trabajo mediante la metodología propuesta determina a que distancia mínima y cuál es el consumo de energía mínimo que justifique la aplicación de un sistema fotovoltaico comparando los precios que tiene la concesionaria de la zona CFE (Energía Eléctrica de Comisión Federal de Electricidad) de manera más concreta la investigación compara los costos de la longitud de redes que tienen que construirse con los costos del sistema fotovoltaico para la misma potencia. La investigación presenta que para invernaderos la energía mínima de consumo debe ser de 30 kWh que se calcularon con el programa IAUIA del posgrado de la UACH. La distribuidora tiene tarifas para el costo de la energía que varían entre 4.4% a 27% las cuales se evaluaros durante un periodo de 10 años y se realizó una proyección para 25 años más. Otra evaluación que se realizó fu para la tarifa denominada 9M que es para el sector agrícola, en esta evaluación se determinó que para periodos de 10 a 15 años el uso de los sistemas fotovoltaicos es factible aun para lugares que tienen ya servicio por parte de las redes eléctricas con consumos mayores a 4.8 kWh a 1.5 kWh diarios correspondientes a invernaderos ya que estos gastos de consumo proporcionado por redes eléctricas superan los gastos de instalación de los sistemas fotovoltaicos. (COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA INVERNADEROS Y GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA RED, 2015).

En la investigación “Riego con energía solar para el tomate en Cavaco, venguela, Angola” se menciona es el mejoramiento del riego quien condiciona a la seguridad alimenticia de los pequeños agricultores que suman entre todos sus terrenos la mitad del área agrícola en el mundo; sin embargo, siempre está el perfeccionamiento del riego que se puede dar debido a los sistemas de riego tecnificado existentes y que tienen una fuerte dependencia a los sistemas

fotovoltaicos para superficies pequeñas. Considerando que en la Republica de Angola se tiene una disposición de recurso solar y una fuerte carencia de generación de energía eléctrica por medios convencionales la investigación se justificó desde un inicio para generar un diseño fotovoltaico que pueda suministrar energía al riego tecnificado para la producción del tomate en el Valle de Cavaco en una parcela de 0.23 hectáreas para su experimentación, es aquí donde se estimó el recurso solar sobre un plano horizontal y sobre el plano inclinado del panel fotovoltaico que se estableció para que pueda suministrar energía para el bombeo del agua suficiente para el cultivo, considerando los métodos del foto riego y del sistema autónomo. En los resultados muestran que se requiere un riego por goteo con goteros 4Ls-1 para 2.49 horas de riego en cada parcela. La modelación matemática estimo valores de radiación solar global entre 6.44 KWh/m² al día en la superficie horizontal y de valores entre 6.775 kWh/m² a 8.710 kWh/m² al día en la superficie del panel fotovoltaico con una inclinación de 15°. Dicho sistema fotovoltaico consta de 6 paneles que tienen una potencia pico en conjunto de 1.8 KWp potencia que se determina como suficiente para hacer funcionar la electrobomba que se seleccionó para el riego (RIGO POR GOTEIO CON ENERGÍA SOLAR PARA EL TOMATE EN CAVACO, BENGUELA, ANGOLA, 2015)

En la investigación “Prototipo de sistema de bombeo fotovoltaico para proyectos de cooperación al desarrollo con tecnologías apropiadas - universidad Carlos iii de Madrid, escuela politécnica superior departamento de ingeniería eléctrica” determina que para países de recursos reducidos la candidez de un sistema de bombeo se puede apreciar como un éxito en la investigación donde se desarrolló un ensayo que evidencia esta afirmación. Un sistema de bombeo donde se mueve eleva el agua llevándola de una posición a otra que se encuentra elevada para después tomarla por gravedad desde esta ubicación establece una de las maneras más factibles para suministrar del recurso a comunidades que se encuentran aisladas y que tienen necesidades diarias moderadas de agua ya sea para el consumo humano o para el regadío de parcelas Arija, (2010, p. 150).

En la investigación “Factibilidad de instalación e sistemas fotovoltaicos conectados a red” tuvo como objetivo mostrar que es posible y factible la implementación de sistemas fotovoltaicos como generación distribuida cerca de centrales de generación eléctrica en la provincia Santiago de Cuba, la investigación pretende dar a conocer las bondades de la distribución distribuida aprovechando los sistemas de distribución y transformación además de las subestaciones que existen en la zona expandiendo la visión que se tiene del uso de energías renovables como una alternativa que se muestra como viable y sustentable para el desarrollo. El análisis se realiza desde el punto de vista de la capacidad para la instalación de estos sistemas y del ordenamiento territorial, además de mostrar las ventajas que tienen estos sistemas al ser conectados a la red de distribución nacional. Los estudios se hicieron en la central eléctrica de San Luis es aquí de donde se tomó los valores de radiación solar que inciden cerca de dicha central, el diseño de las centrales distribuidas consideraron la cantidad de energía que debe aportarse para evitar el uso de combustibles fósiles en grupos generadores y el impacto ambiental positivo que logra la central fotovoltaica” (FACTIBILIDAD DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A RED, 2014)

En la investigación “Impacto de la generación fotovoltaica distribuida en los niveles de tensión. Aplicación a un caso real” se estima que la integración de la generación por paneles fotovoltaicos crea nuevos escenarios en las redes de distribución, ya que estas dejan de comportarse como pasivas, lo que altera la estructura jerárquica que se tenía del flujo de la energía desde centros convencionales de generación eléctrica los cuales se concentraban en puntos específicos, hasta los consumidores finales que llegaban a estar en puntos muy alejados de estas generadoras. La energía eléctrica actualmente sin generación distribuida fluye de acuerdo a como están configuradas las redes de distribución de una manera unidireccional, que llegan a tensiones inferiores desde tensiones superiores. En la investigación que se muestra se presenta que la generación distribuida tiene un impacto positivo en la distribución en redes de tensión en BT, las simulaciones se realizaron sobre un barrido que se encuentra en el Departamento de Caucete con la herramienta computación para sistemas de potencia DigSilent lo que modela y muestra el

comportamiento de todo el sistema de potencia, al incluirse los sistemas fotovoltaicos a la red se puede apreciar por medio del programa que se mejoran los resultados en los niveles de tensión durante las horas que los sistemas fotovoltaicos se utilizan (IMPACTO DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA EN LOS NIVELES DE TENSIÓN. APLICACIÓN CASO REAL, 2010)

1.3 Teorías Relacionadas al tema

1.3.1 Energía Solar

Introducción de Termodinámica

Esta es una rama de la física que se dedica a comprender las fuerzas de los movimientos de la energía de aquí es de donde radica su nombre que morfológicamente significa Calor (Themos) y Fuerza (Dynamis), esta ciencia estudia la transformación de la energía cuando de trabajo a calor y viceversa (Quezada, 2015, p- 33).

La primera ley de termodinámica

La primera ley de la termodinámica es una de las más conocidas en todos los medios es la que cita que la energía no se puede crear ni destruir solo se puede transformar así es como se interpreta que en un sistema termodinámico todo calor recibido se convierte en trabajo con remanentes de calor o que todo trabajo recibido se convierte en calor con remanentes de trabajo. En la termodinámica para sistemas que son analizados a nivel macro no se puede olvidar las energías que están dentro del sistema a niveles micro ya que todo sistema está compuesto por materia y está por átomos que están condicionados a energías dentro de ellos así todo sistema tienen energías micro que convergen en el concepto de energía interna del sistema (Quezada, 2015, p- 33).

$$U_2 - U_1 = Q - W \text{ (La Primera Ley de Termodinámica)}$$

La segunda ley de termodinámica

Mientras que en la primera ley se establecía que en un sistema la energía total siempre va a ser cero es decir que la suma de todas las energías tanto las que ingresan como las que salen es cero ya que esta se va a mantener, la segunda ley establece la dirección en la que se mueve la energía debido a que de manera natural la energía no puede moverse por un medio de una parte del sistema de menor temperatura a una parte del sistema de mayor temperatura. Así es como la segunda ley de la termodinámica hace mención de la dirección del flujo de energía siempre del que tiene mayor temperatura al que tienen menor temperatura con la intención de equilibrar todo el sistema. Esta simple ley es una explicación de cómo trabaja el universo ya que se puede observar a simple vista que siempre el que tienen una mayor cantidad de fuerza, presión, nivel, etc. proporciona al que tiene menos la cantidad suficiente para que el equilibrio de ambas partes se logre (Quezada, 2015, p-37).

Transferencia de calor

Si bien la termodinámica estudiaba y describía como se mueve el calor no definía el tiempo en el que lo hace así que la transferencia de calor se debe establecer por tiempos. La transferencia de calor implica que la energía en forma de calor se transfiera de un cuerpo caliente a otro frío en un determinado tiempo ya que el calor no se puede almacenar como tal solo se origina en una transferencia este se puede entender como un fenómeno fugaz que aparece cuando un cuerpo caliente se acerca a un cuerpo frío (Quezada, 2015, p-37).

Conducción

La conducción es una forma de transferencia de calor que se da por medio de un conducto físico es la principal forma de transferir calor entre los sólidos, cuando se calienta un extremo de un sólido el otro extremo se llegará a calentar en un momento determinado debido a que la materia que une los dos extremos está conectada con más materia, aunque se menciona que no se enciende como es que el calor se moviliza a nivel molecular entendiéndose que son los electrones libres los que transportan la energía calorífica de un lugar a otro (Quezada, 2015, p-38).

Convección

Esta es el medio por el cual se transfiere calor en los fluidos, debido a la transferencia de calor los fluidos generan movimiento ya que la estructura molecular de los fluidos es muy débil, otra característica que se presenta cuando se transfiere calor en los fluidos es que la densidad varía es decir que estos son susceptibles al transporte de calor por su estructura molecular el movimiento justamente se genera debido que el cambio de densidad no se logra de manera inmediata por lo que la parte del fluido que es más densa sube y ocupa el espacio de la parte menos densa y este ciclo se repite ocasionando que el fluido se mueva . (Quezada, 2015, p-40).

Radiación

Este tipo de transferencia de calor es diferente a los dos anteriores de convección y conducción, ya que se debe a un tipo de transferencia de calor entre sustancias que no están en contacto y se encuentran separadas por la nada o vacío. La radiación es un término que se utiliza de manera general para conceptualizar los fenómenos relacionados a las ondas electromagnéticas, las explicaciones para interpretar lo que significa radiación se dan por medio de la teoría de las ondas, aunque esta no genera mucha satisfacción siendo la teoría cuántica la que si determina una explicación realmente satisfactoria en cuanto a la radiación

electromagnética. De acuerdo con el físico Planck solamente un cuerpo ideal puede emitir radiación mientras que los cuerpos ideales entregan ondas electromagnéticas de menor intensidad (Quezada, 2015, p-42).

1.3.2 Naturaleza de la energía solar

El sol es la estrella más cercana al planeta tierra de todas las que existen en la galaxia y sin lugar a dudas la más importante debido a que es la originaria y responsable de toda la vida que existe en la tierra (Quezada 2015, p-48).

El sol es una enorme masa de hidrogeno cuyos átomos están en constante fusión, es de esta fusión de dos átomos de hidrogeno donde se forma un átomos de helio donde se desprende una porción de energía debido a la pérdida de masa en dicha fusión esta energía fluye desde la capa del sol llamada fotosfera hasta la superficie del mismo y es enviada al espacio en todas las direcciones (Quezada, 2015, p-49).

1.3.3 Sistemas estructural solar

La composición del sol es muy compleja, en su interior la temperatura llega a alcanzar entre ocho a cuarenta millones de grados kelvin, su masa tiene una consistencia que varía entre ochenta y cien veces más que el agua donde se genera hasta el 90% de su totalidad de energía. E el núcleo que tiene una región entre cero a veintitrés radios solares se comprende el 40% de la totalidad de la masa solar, si se marca un trazo radial con un centro de 0.7 Rakin la temperatura disminuye de manera considerable unos ciento treinta mil grados kelvin y la densidad estaría alrededor de los 0.007 g/cm³ (Quezada, 2015, p-50).

1.3.4 Radiación solar sobre la superficie de la tierra

Demanda Eléctrica

La demanda de energía eléctrica en los domicilios tiene características generales como el comportamiento que presenta durante todo el día que es variable, la demanda se registra y se muestra para su entendimiento en un diagrama denominado diagrama de carga el cual identifica los intervalos de alta y baja demanda que se conocen como periodos de consumo en horas punta y fuerza de punta según la demanda consumida (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN, 2016).

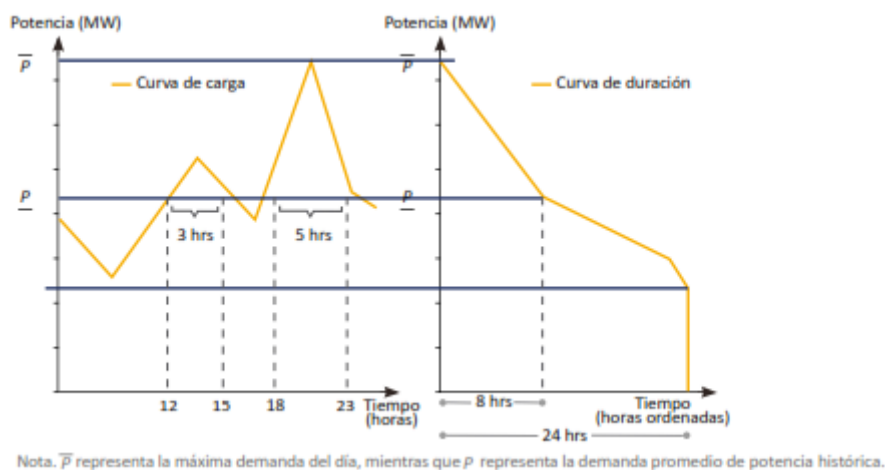


Ilustración 3 : Diagrama de carga y duración

Fuente: GPAE -OSINERGMIN

Oferta Eléctrica.

Cuando se tiene un requerimiento de energía eléctrica por más mínimo que sea toda la cadena del sector eléctrico entre en funcionamiento empezando por las centrales generadoras que son las encargadas de transformar algún tipo de energía primaria como la caída de agua, la combustión de alguno hidrocarburo o biocombustible, la fuerza del viento, la fuerza del sol, etc. en energía eléctrica, en segunda instancia ingresa el sector de transición que se encarga de llevar la energía generada a través de largas distancias hasta las ciudades

donde ingresa la tercera etapa que es la distribución de energía esta se encarga de repartir la energía a las ciudades y llegar a cubrir el consumo que se requiere en un momento así aunque sean un pequeño consumo todo el sector eléctrico funciona al unísono para poder entregar aunque sea la demanda más pequeña de energía (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN, 2016).

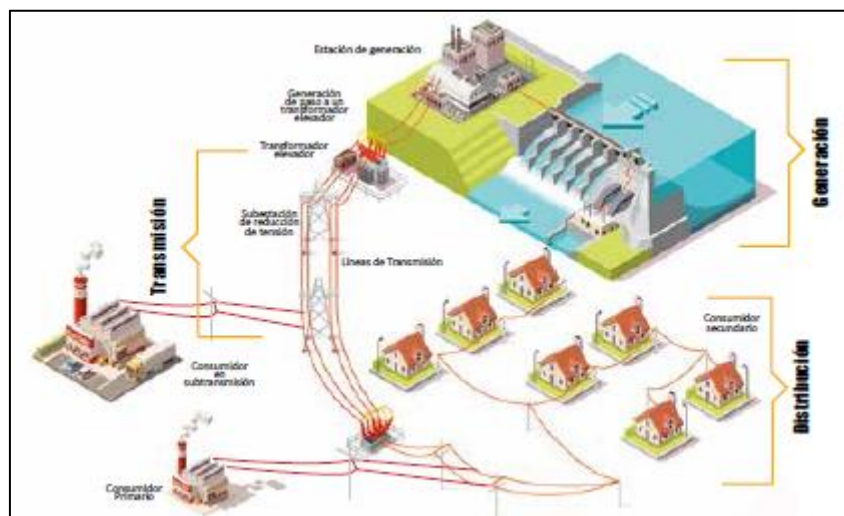


Ilustración 4 : Cadena de valor de la electricidad.

Fuente: GPAE – OSINERGMIN

1.3.5 Sistema Eléctrico.

En un país un sistema de energía eléctrico comprante todos las actividades que permiten que la energía llegue a ser consumida, en este aspecto hablamos de cuatro sistemas que son los de generación, transmisión, distribución y utilización.

1.3.6 Las Energías Renovables.

Una fuente renovable de energía es una fuente que se considera inagotable o infinita cuando se realiza la comparación de su duración con la vida humana promedio y se determina que seguirán existiendo muchísimo tiempo en comparación con esta entre las más utilizadas está el calor de la corteza terrestre, la fuerza de los vientos, la obtenida del calor y la radiación solar, la fuerza de los ríos y de la inmensidad de los mares y los recursos orgánicos que se utilizan como biomasa.



Ilustración 5: Principales fuentes de energía renovable

Fuentes: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2011. Elaboración: GPAE-OSINERGMIN

El Efecto Fotovoltaico.

Este efecto se produce cuando la radiación solar incide sobre una superficie de material semiconductor y es transformada por este en energía eléctrica, de manera más específica se puede explicar que los fotones inciden en la superficie semiconductora de silicio u otro material y es absorbido por ella liberando un electrón debido al espacio que ocupa el fotón cuando se absorbe (Orbegozo, y otros, 2010a).

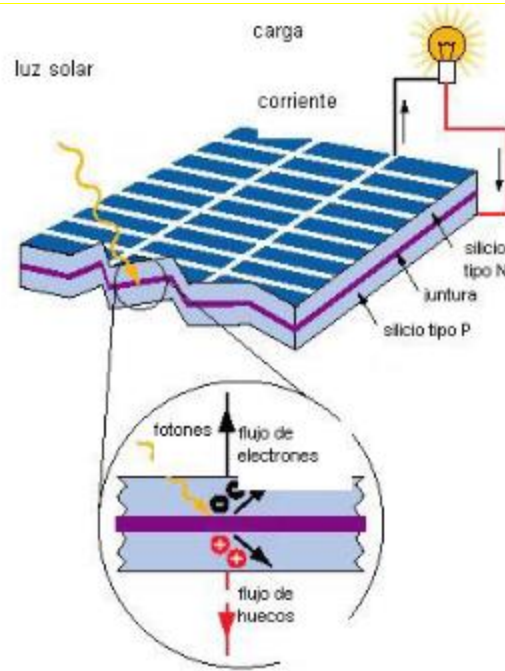


Ilustración 6: Esquema del efecto fotovoltaico.

Fuente: (Orbegoso & Arivilca, 2010).

Los costos del sistema fotovoltaicos están directamente relacionados con la eficiencia de los paneles para producir energía debido a que los sistemas fotovoltaicos son sistemas de gran costo en la inversión debido al alto costo de los propios paneles fotovoltaicos (Orbegozo, y otros, 2010)

Tabla 1: Eficiencias alcanzadas en diversos tipos de celdas solares

Tipo de tecnología	Característica	Eficiencia	
		laboratorio	Realidad
Silicio Mono cristalinos	Tipo oblea	24	13-15
Silicio Poli cristalino	Tipo oblea	19	12-14
Película de silicio cristalino sobre cerámica	Tipo oblea	17	8-11
Película de silicio cristalino sobre vidrio	Película delgada	9	
Silicio amorfo	Película delgada	13	6-9
Diseleniuro de cobre	Película delgada	18	8-11
Telurio de cadmio	Película delgada	18	7-10
Celdas orgánicas	Película delgada	11	
Celdas tándem de alta eficiencia	Tipo oblea y Película delgada	30	
Celdas concentradoras de alta eficiencia	Tipo oblea y Película delgada	33-28	

Fuente: (Orbegoso & Arivilca, 2010)

Sistemas Fotovoltaicos Aislados.

Este es un sistema que autoabastece de energía eléctrica que convierte por medio de un campo o panel fotovoltaico para una demanda necesaria a este tipo de sistemas también se le conoce como sistemas autónomos, un sistema fotovoltaico por si convierte energía solar en energía eléctrica del tipo continua generalmente en doce voltios aunque se puede tener configuración comunes de veinticuatro y cuarentaiocho voltios y sistemas más complicados donde se determina el voltaje a razón de los componentes que forman parte del sistema fotovoltaico (Pareja Aparicio, 2010).

En un sistema fotovoltaico autonomía la energía no solamente se genera para el consumo directo desde la generación, sino que se genera para almacenarse en dispositivos acumuladores que permiten utilizarla en cualquier momento y no solo cuando exista la radiación suficiente para producir energía. Este

sistema de acumulación debe ser dimensionado para guardar la energía suficiente para que el sistema pueda proveer la demanda de energía aun cuando no existe suficiente radiación solar por algún periodo de tiempo o es demasiado baja para cubrir la demanda a esta característica se le llama autonomía, así esta forma de trabajo determina un suministro constante de energía (Pareja Aparicio, 2010).

En estos sistemas se incluyen algunos componentes que no se involucran en los sistemas que son conectados a la red como lo son los acumuladores de los cuales se habló hace un momento y también los reguladores de carga estos dispositivos son lo que controlan que la carga en los acumuladores no exceda las características técnicas de estos para poder prolongar lo más posible la vida útil de dicho acumuladores (Pareja Aparicio, 2010).

Este tipo de sistemas son muy útiles para generar energía en lugar alejados de las ciudades donde es muy dificultoso llegar a tender redes eléctricas para recibir energía del sistema interconectado del país la que pertenecen, estos son ideales debido a que son totalmente autónomos y no dependen más que la ubicación para su generación de energía eléctrica (Pareja Aparicio, 2010).

Componentes de un Sistema Fotovoltaico Aislado.

En un sistema autónomo trabaja como un sistema aislado sus componentes principales fuera de los secundarios que son la cabrería, conectores, y accesorios son el modulo fotovoltaico encargado de la conversión de la radiación solar en energía eléctrica, los reguladores de carga encargados del control de la carga de la batería, las baterías o acumuladores encargados de retenes y/o almacenar la energía para que la utilicen cuando sea requerida y el convertidor que es un elemento que en algunas circunstancias se evade ya que su función es convertir la corriente continua en corriente alterna, si se tiene cargas de corriente continua solamente este dispositivo no es requerido.

1.4 Formulación del Problema

¿Cómo diseñar un sistema de generación fotovoltaico para aplicaciones de bombeo en el fundo san José en el sector Monte grande -Reque- Chiclayo?

1.5 Justificación del Estudio.

1.5.1 Justificación Técnica.

Es importante el desarrollo de esta investigación ya que permitiría una opción para la producción de energía eléctrica al centro poblado con lo cual se podrá mecanizar algunos procesos productivos y la generación de pequeñas industrias, conservar los alimentos y mejorar la productividad del fundo.

1.5.2 Justificación Económica

El presente proyecto se justifica ya que al contar con energía eléctrica en forma constante permitirá optimizar la producción, poder generar otros productos además de poder realizar otras actividades que antes no se hubiesen podido realizar trayendo beneficios económicos al fundo san José.

1.5.3 Justificación Social

El fundo al contar con energía eléctrica mejorará la calidad de sus productos con una mejor calidad.

1.5.4 Justificación Ambiental

Esta investigación tiende a generar un impacto positivo en el ambiente en dos aspectos, el primero permitirá genera electricidad usando energías renovables, con lo cual se beneficia al medio ambiente, y el otro es que con la electricidad se energizara el pozo y con riego tecnificado.

1.6 Hipótesis.

Si es factible diseñar un sistema fotovoltaico para abastecer energía eléctrica al sistema de bombeo del fundo san José sector Monte grande – Reque - Chiclayo.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo General

- ✓ Diseñar de sistema fotovoltaica para abastecer energía eléctrica al sistema de bombeo del fundo san José sector Monte grande – Reque- Chiclayo.

1.7.2 Objetivos Específicos.

- ✓ Determinar los requerimientos del recurso hídrico para el abastecimiento al fundo San José.
- ✓ Determinar el potencial solar fotovoltaico en las zonas aledañas al fundo san José.
- ✓ Diseñar el sistema de generación fotovoltaico para abastecer de energía al fundo san José.
- ✓ Realizar la evaluación económica del sistema de generación eléctrica fotovoltaico.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación.

2.1.1 No Experimental

la presente investigación es una investigación que se estableció como no experimental debido a que los datos que se recogieron no se obtuvieron de la manipulación de ninguna de las dos variables estos se recogieron según lo establecido en la realidad así que se estable la investigación también como descriptiva.

Según los resultados que se encontraron la tesis es del tipo aplicada ya que los resultados que se generan como conclusiones de la investigación pueden ser usados directamente para solucionar el problema de falta de energía eléctrica en el Fundo San José del el Sector Monte Grande.

2.2 Variables Operacionalización

2.2.1 Variable Independiente

Sistema de generación fotovoltaico.

2.2.2 Variable Dependiente.

Potencia generada para el sistema de bombeo del fundo san José.

2.2.3 Operacionalización de las Variables.

Tabla 2: Cuadro de Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente. Sistema de Generación Fotovoltaico	Sistema que genera energía eléctrica por medio de la radiación solar que incide sobre el.	Este sistema se aplica para suministrar energía eléctrica al fundo san José, el cual actualmente no cuenta con este servicio.	Demanda de Energía Energía	KWh KW
Variable Dependiente. Calidad de energía para abastecer al fundo san José	Es el requerimiento de energía eléctrica que cumple con las condiciones para poder ser utilizada .	Control de los parámetros en el suministro de energía eléctrica	Energía Voltaje Amperaje	KW V A

Fuente: propia

2.3 Población y Muestra.

2.3.1 Población.

Cargas Eléctricas del fundo san José.

2.3.2 Muestra.

Cargas Eléctricas del fundo San José.

2.4 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.

2.4.1 Técnicas de Recolección de Datos

En esta investigación se aplicó las siguientes técnicas para recoger los datos.

Observación

Se usará esta técnica para medir los diversos parámetros necesarios para el diseño del sistema de abastecimiento de energía solar fotovoltaico, como el consumo de energía actual del fundo san José y la proyección de estos consumos cuando se cuente con el servicio eléctrico.

Entrevista

A través de esta técnica que consiste en una conversación personalizada con algunos miembros de la comunidad para poder establecer los consumos de las cargas especiales y la posibilidad de desarrollo de pequeñas industrias futuras, así como también los proyectos de inversión.

2.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos.

Ficha de control de radiación

Mediante éste instrumento se pudo registrar las medidas de radiación en la zona del fundo San José, esto se realizó con el objetivo de determinar el potencial de energía solar que existe en el fundo, en este instrumento se tomó los datos de GPS de la ubicación del fundo, se registró también el nombre de la persona que tomo la medida y las fechas de cada medida. Las tomas de datos de radiación se colocaron en la parte inferior del instrumento colocando la hora de la medición y se responsabilizó las medidas mediante la firma de la persona que realizo la medición.

Cuestionario

Se realizara el cuestionario de preguntas el cual estará dirigido a algunas personas que habitan en el fundo san José, la primera parte contiene los datos generales del entrevistado y el segunda parte las preguntas referentes al requerimiento de energía actual y futuros de los locales comunales y otros proyectos futuros para el caserío.

2.5 Métodos de Análisis de Datos.

Los datos de consumos energéticos y radiación solar se realizaron mediante la utilización de estadística descriptiva, considerando las variables de estudio se describió el comportamiento de estas mediante dicha estadística, los datos que se calcularon se realizaron mediante tabulaciones y considerando factores comunes.

2.6 Aspectos Éticos.

La ética se respetó en todo momento en esta investigación teniendo consideración de la confianza que se brindó al investigador para utilizar los datos del fundo San José, se tuvo el compromiso de no utilizarlo de ninguna manera que perjudique al fundo o a alguno de sus habitantes. También se tuvo la consideración del respeto por la autoría de los datos que se tomaron de otras investigaciones y documentos de otros autores citándolos en todo momento así se estableció el respeto por los derechos de autor.

III. RESULTADOS.

3.1 Determinar los requerimientos del recurso hídrico para el abastecimiento al fundo San José

El fundo san José -Monte grande – Reque no cuenta con servicio eléctrico para el bombeo de agua del pozo tubular. Por la necesidad de obtener agua utilizan métodos rústicos y de esfuerzo físico que limitan la obtención de este recurso básico.

Esto conlleva a utilizar sistemas de bombeo de motores a gasolina o petróleo utilizando el agua de acequia o de río trayendo este recurso desde muy lejos lo cual resulta muy costoso. Los riegos son por inundación a sus campos y con ello una baja producción de sus productos. De tal manera que su producto no cumple con los modelos de calidad para la comercialización en el mercado local.

Para ello se está implementando este proyecto de un diseño de un sistema de generación fotovoltaico para energizar este pozo del fundo san José e irrigar sus campos con riego tecnificado para el ahorro del agua, teniendo como objetivo la siembra de espárragos en un espacio de 2 hectáreas de terreno.

Por los datos obtenidos en campo se tienen los siguientes datos:

- Se cuenta con un espacio disponible total de 2 hectáreas para cultivo de espárragos.

$$1 \text{ hectárea} = 10000 \text{ m}^2 = 100 \text{ metros de largo} \times 100 \text{ metros de ancho}$$

- La distancia existente entre surco es de 2.5 m.
- La distancia entre planta y planta es de 0.50 m.

3.1.1 Cálculo del Número de Surcos por hectárea

$$\text{Número de Surcos} = \frac{100 \text{ metros de ancho}}{2.5 \text{ m espacio entre surco}}$$

$$\text{Número de Surcos} = 40$$

3.1.2 Cálculo del Número de Plantones de espárragos

$$\text{Número de Plantones} = \frac{100 \text{ metros de largo}}{0.50 \text{ m espacio entre plantas}}$$

$$\text{Número de Plantones} = 200 \text{ por surco}$$

$$\text{Total Número de Plantones por hectárea} = 200 \times 40$$

$$\text{Total Número de Plantones por hectárea} = 8000$$

3.1.3 Cálculo del Caudal necesario de riego por hectárea

En el diseño del riego tecnificado se tiene que el gotero tiene un caudal de descarga de 1,2 l/h, para lo cual se tiene:

$$Q = \text{Caudal de gotero} \times \text{Número de plantones}$$

$$Q = 1.2 \times 8000$$

$$Q = 96000 \text{ l/h}$$

De lo que se desprende que el Caudal necesario de riego para las 2 hectáreas es de:

$$Q = 19200 \text{ l/h}$$

3.2 Determinar el potencial solar fotovoltaico en las zonas aledañas al fundo san José.

Para determinar el potencial solar promedio se ha tomado mediciones en el fundo san José con un Solari metro marca AMBIENT WEATHER, modelo TM-206 siendo este debidamente calibrado (ver anexo n° 01).

Las mediciones se han tomado desde las 6:00 am hasta las 6:00 pm (12 horas), haciendo un total de muestras recolectadas de 5 por cada hora como se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 3: Mediciones de radiación tomadas en el Fundo San José en Mayo del 2019

Fecha	Medida	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
15	1	20	72	496	634	711	881	865	819	894	833	721	370
	2	23	123	503	810	845	859	876	881	862	832	615	302
	3	25	341	569	834	836	873	872	894	884	790	575	284
	4	34	108	715	838	877	797	881	893	881	721	531	143
	5	72	491	666	813	799	880	869	893	835	602	420	83
	Promedio	37	229.4	589	787.2	815.2	857	874	873.2	872.8	754	574.6	238.4
16	1	1	11	72	625	744	702	835	715	690	805	552	265
	2	5	43	67	660	823	875	646	692	674	792	450	348
	3	8	28	142	809	800	703	758	746	727	722	607	257
	4	8	56	280	728	837	810	716	633	749	783	516	209
	5	15	81	255	751	781	854	783	803	765	715	585	57
	Promedio	7.6	43.6	165.6	712.4	799.2	789.8	747.4	716.2	722.8	762	540.8	228.8
17	1	26	77	502	642	718	890	875	821	892	835	724	373
	2	31	132	511	815	852	863	888	887	867	837	632	309
	3	34	349	577	840	839	881	875	891	890	797	582	290
	4	42	418	723	845	881	806	885	903	887	730	537	150
	5	80	496	641	824	844	888	871	899	839	609	426	87
	Promedio	42	296.4	592.8	792.2	825.6	865.6	880.4	879	877.2	762.4	579.6	245.2
18	1	5	40	69.2	620	736	698	828	714	678	797	543	249
	2	9	40	66.4	658	824	878	643	695	676	791	454	348
	3	14	27	214	807	794	797	753	736	725	718	601	249

	4	17	51	281	725	842	815	719	636	752	785	518	212
	5	23	82	261	751	785	857	787	806	768	715	582	58
	Promedio	16.2	47	178.12	713.4	795.2	807.4	744.8	719	720.8	764.4	539.6	222.8
19	1	4	13	73.2	626	743	700	836	716	688	808	554	266
	2	5	44	63.4	658	826	874	643	697	679	792	452	350
	3	7	30	141.3	812	805	705	756	743	732	724	608	257
	4	12	56	281	726	838	812	715	636	752	784	519	211
	5	14	80.6	259	755	781	853	786	807	765	719	583	59
	Promedio	6.6	46.32	165.98	713.4	801.2	789.8	746.4	719.2	722.8	767	542.8	230.8
20	1	11	22	81	630	762	715	852	738	680	828	571	285
	2	15	52	78	670	847	895	655	710	688	800	472	575
	3	19	40	141	827	813	717	778	764	741	734	628	279
	4	20	66	281	738	855	818	727	742	763	797	539	213
	5	26	92	271	762	797	868	797	959	778	726	612	46
	Promedio	15.6	55.2	171.6	724.8	816	804	758.8	784.4	728.2	779	566	278.4
21	1	1	95	352	701	754	859	888	906	896	723	589	401
	2	4	100	859	859	820	873	893	913	878	737	562	282
	3	10	178	856	817	836	873	898	917	843	675	521	166
	4	11	269	492	865	888	889	889	890	826	588	444	55
	5	95	354	701	753	859	887	905	898	725	590	400	23
	Promedio	23.8	198.4	650.2	800.6	830	874.4	894.2	905.6	832.4	661.8	503	184.2
22	1	14	95.2	354	701	755	856	885	914	843	727	596	400
	2	19	104.2	848	848	823	877	886	878	839	736	568	279
	3	23	185.2	846	812	837	886	890	881	821	672	530	170.1
	4	31	261	491	850	885	884	905	852	799	590	447	52.1
	5	93.2	355	702	752	857	887	911	844	727	594	401	25.1
	Promedio	36.64	200.52	646.2	795.8	830	877	898.4	876	806.8	662.6	507.6	188.26
23	1	18	57.2	293	891	641	836	892	621	685	649	525	357
	2	21	63	345	403	872	871	914	756	781	613	628	355
	3	23	141.1	413	541	829	862	948	790	688	565	279	194
	4	40	181.1	699	781	832	871	923	562	619	578	156	65.1
	5	55.2	292	895	639	839	890	620	687	646	523	361	35.2
	Promedio	30.84	146.28	527.2	651.4	803.8	865	856.8	683.8	683	584.2	388	203.46

24	1	12	47.5	195.1	295	741	799	859	800	784	792	578	369
	2	19	62.2	350	755	719	820	461	792	827	648	522	358
	3	14	97.1	431	685	800	868	979	844	762	613	279	197
	4	17	161.1	397	726	761	829	513	821	737	566	155	67.1
	5	46.5	197.1	294	742	801	859	797	785	793	578	373	38.1
	Promedio	20.5	112.2	332.8 2	640. 8	765. 6	836. 2	721. 2	807. 2	778	638. 8	382. 6	205.6 4

Fuente: Propia.

3.2.1 Determinación del nivel de radiación promedio solar en (Kw.h/m2)

Tabla 4: Niveles de Radiación Solar Promedio Total en w.h/m2

Fecha	Medida	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	Total
15	Promedio	37	229.4	589	787.2	815.2	857	874	873.2	872.8	754	574.6	238.4	7501.80
16	Promedio	7.6	43.6	165.6	712.4	799.2	789.8	747.4	716.2	722.8	762	540.8	228.8	6236.20
17	Promedio	42	296.4	592.8	792.2	825.6	865.6	880.4	879	877.2	762.4	579.6	245.2	7638.40
18	Promedio	16.2	47	178.12	713.4	795.2	807.4	744.8	719	720.8	764.4	539.6	222.8	6268.72
19	Promedio	6.6	46.32	165.98	713.4	801.2	789.8	746.4	719.2	722.8	767	542.8	230.8	6252.30
20	Promedio	15.6	55.2	171.6	724.8	816	804	758.8	784.4	728.2	779	566	278.4	6482.00
21	Promedio	23.8	198.4	650.2	800.6	830	874.4	894.2	905.6	832.4	661.8	503	184.2	7358.60
22	Promedio	36.64	200.52	646.2	795.8	830	877	898.4	876	806.8	662.6	507.6	188.26	7325.82
23	Promedio	30.84	146.28	527.2	651.4	803.8	865	856.8	683.8	683	584.2	388	203.46	6423.78
24	Promedio	20.5	112.2	332.82	640.8	765.6	836.2	721.2	807.2	778	638.8	382.6	205.64	6241.56

Fuente: Propia.

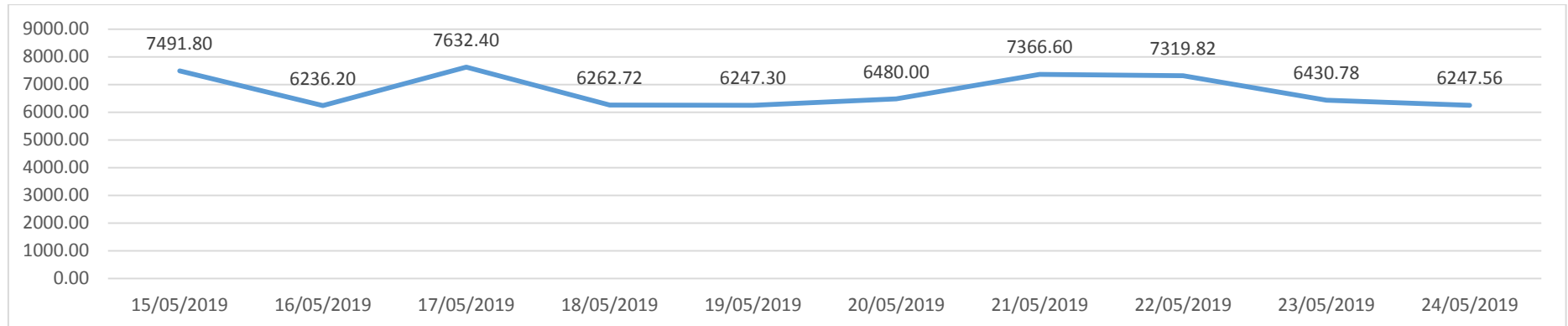


Ilustración 7: niveles de radiación solar promedio total en kw.h/m2

Fuente: Propia.

3.2.2 Niveles de Radiación en kw.h/m2

Tabla 5: Niveles de Radiación Solar Promedio Total en kw.h/m2

Fecha	Radiación solar	
Mayo - 2019	wh/m2	kwh/m2
15	7501.80	7.5018
16	6236.20	6.2362
17	7638.40	7.6384
18	6268.72	6.26872
19	6252.30	6.2523
20	6482.00	6.482
21	7358.60	7.3586
22	7325.82	7.32582
23	6423.78	6.42378
24	6241.56	6.24156

Fuente: Propia.

En la tabla 13 se encuentran los niveles promedios de radiación solar en kw.h/m2 teniendo el nivel máximo de promedio un valor de 7.63 kw.h/m2 y el nivel mínimo de promedio un valor de 6.24 kw.h/m2.

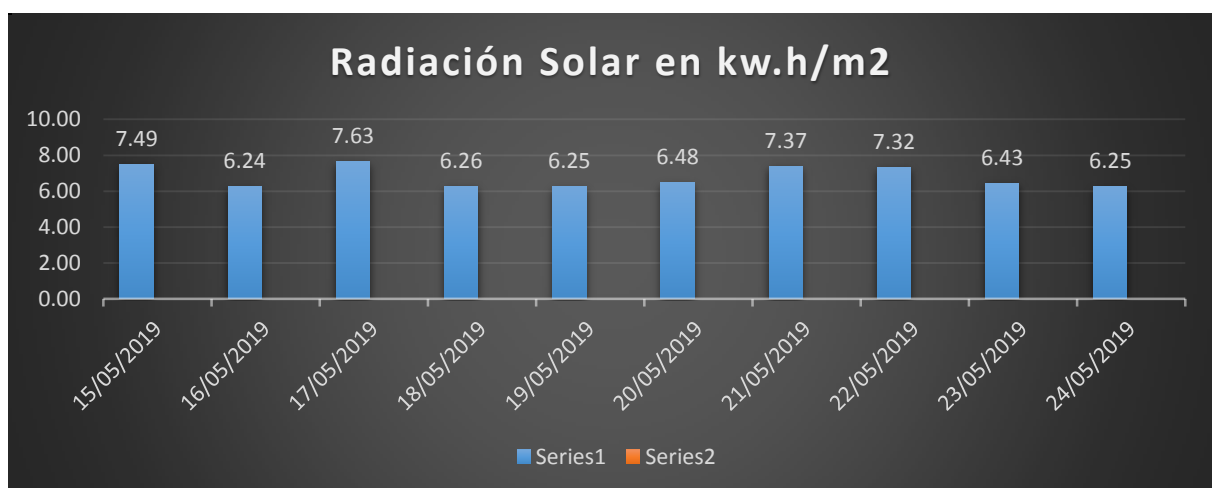


Ilustración 8: Evolución de la Radiación solar promedio.

Fuente: Propia.

En la figura 8 se muestra la evolución que tiene el potencial solar en los días que se han tomado las mediciones con el Solari metro (desde el 15/05/2019 al 24/05/2019), para lo cual se evidencia que con fecha 15/05/2019 se tiene un potencial solar promedio de 7.63 kw.h/m² y con fecha 24/05/2019 se tiene 6.25 kw.h/m² y con fecha 16/05/2019 un valor de 6.24 kw.h/m² siendo este el valor mínimo, valor que se tomara en cuenta para efectos de cálculo del diseño de un sistema de generación fotovoltaica para el sistema de bombeo del sector Monte grande – Reque- Chiclayo.

3.3 Diseñar el sistema de generación fotovoltaico para abastecer de energía al fundo san José.

3.3.1 Cálculo y Selección de la Bomba

Se tiene que el Caudal necesario de riego para las 2 hectáreas es de:

$$Q = 19200 \text{ l/h, entonces:}$$

$$Q = 19200 \frac{\text{l}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0.0053 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 5.3 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Se calcula la altura manométrica necesaria para la selección de la bomba, utilizando la ecuación de HAZEN – WILLIAMS.

$$H = 10.674 \times \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.871}} \right] \times L$$

Ecuación de Hazen – Williams

Tabla 6: Coeficiente de HAZEN – WILLIAMS

Material	Coeficiente de Hazen-Williams
Asbesto-cemento (nuevo)	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 – 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 – 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 – 90
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130 -140
Aluminio	130

Fuente: del fabricante

Dónde:

H: Altura Manométrica (m).

Q: Caudal (m³/s).

C: Coeficiente de Hazen - Williams para PVC es 140.

D: Diámetro de la Tubería (m).

En la succión de la bomba se tienen los siguientes materiales:

- ❖ 7 metros de Tubo de 2"
- ❖ 1 codo de 90° de 2", equivalente a 1.58 metros
- ❖ 1 Válvula Check, equivalente a 5.25 metros

Dónde:

$$L = 7 + 1.58 + 5.25 = 13.83 \text{ metros}$$

Teniendo una altura estática $H_{estática} = 7 \text{ m. c. a}$

$$H_{succión} = 10.674 \times \left[\frac{(0.00335)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.0545)^{4.871}} \right] \times 13.83 = 0.58 \text{ m. c. a}$$

En la salida de la bomba se tiene lo siguiente:

- ❖ 10 metros de Tubo de 4"
- ❖ 2 codos de 90° de 4", equivalente a 6.14 metros
- ❖ 1 Tee de 4", equivalente a 2.05 m

Dónde:

$$L = 10 + 6.14 + 2.05 = 18.19 \text{ metros}$$

$$H = 10.674 \times \left[\frac{(0.0067)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.1084)^{4.871}} \right] \times 18.19 = 0.09 \text{ m.c.a}$$

Se realiza el cálculo en los puntos más alejados ya que son en donde mayor pérdida se tiene:

- ❖ 450 metros de tubo de 4"
- ❖ 1 Tee de 4", equivalente a 2.05 metros
- ❖ 300 metros de tubo de 3"
- ❖ 2 Tee de 3", equivalente a 3.12 metros

Tubo de 4":

Dónde:

$$L = 450 + 2.05 = 452.05 \text{ metros}$$

$$H = 10.674 \times \left[\frac{(0.0067)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.1084)^{4.871}} \right] \times 452.05 = 2.42 \text{ m.c.a}$$

Tubo de 3":

Dónde:

$$L = 300 + 3.12 = 303.12 \text{ metros}$$

$$H = 10.674 \times \left[\frac{(0.00335)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.0841)^{4.871}} \right] \times 303.12 = 1.55 \text{ m.c.a}$$

Presión para los goteros: 20.4 m.c.a

$$ADT = 7 + 0.58 + 0.09 + 2.42 + 1.55 + 20.4 = 32.04 \text{ m.c.a}$$

Teniendo en cuenta el caudal necesario y la altura manométrica total calculada es por lo que se selecciona la bomba sumergible modelo **4SR45G/75** marca **PEDROLLO**, la cual cumple con todas las especificaciones teniendo **una potencia de 5.5 kW equivalente a 7.5 HP**, con una intensidad de corriente igual a 31.7 A, está siendo por pozo siendo un total de 01 bombas que se conectarán en paralelo (ver anexo n° 02).

3.3.2 Cálculo del consumo energético total

$$E = \frac{E_T}{R} (Wh)$$

Dónde:

E = Energía Real

E_T = Energía Total

R = Parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \times \left(1 - \frac{K_a \times N}{P_d}\right)$$

$$K_b = 0,05, \quad K_c = 0,05, \quad K_v = 0,1, \quad K_a = 0,005$$

Días de Autonomía:

$$N = 4 \text{ días}$$

Profundidad de descarga máxima de la batería:

$$P_d \text{ máx} = 0.8$$

$$R = (1 - 0,05 - 0,05 - 0,1) \times \left(1 - \frac{0,005 \times 4}{0,8}\right) = 0.78$$

Hallando ET:

Potencia total de la bomba = $1 \times 5.5 = 5.5 \text{ kW}$, con un periodo de 2 horas de trabajo al día.

$$Et = Pb \times Hd$$

$$Et = 5.5 \times 2$$

$$Et = 11 \text{ Kw.h}$$

Entonces tenemos:

$$E = \frac{E_T}{R} = \frac{11.0 \text{ Kw.h}}{0.78} = 14.1 \text{ Kw.h}$$

3.3.3 Cálculo y selección del módulo solar

Teniendo el nivel mínimo de promedio un valor de 6.24 kw.h/m^2 como valor de diseño tenemos:

$$N_t = \frac{E}{P_p \times H_{ps} \times P_g}$$

Dónde:

$N_t = \text{Número Totales de Paneles}$

$E = \text{Energía Real (wh)}$

$P_p = \text{Potencia pico de módulo (w)}$

$H_{ps} = \text{Hora Solar pico del mes Critico (h)}$

$P_g = \text{Factor Global de pérdida} = 0.9$

Calculamos el número de hora solar pico (HPS), teniendo en cuenta la irradiación H:

$$H_{PS} = \frac{H}{I}, \quad I = 1 \text{ Kw/m}^2$$

$$H_{PS} = \frac{6.24}{1} 6.24 \text{ h}$$

Entonces:

$$N_t = \frac{14100 \text{ w.h}}{370 \text{ w} \times 6.24 \text{ h} \times 0.9} = 6.78$$

$$N_t = 7 \text{ paneles}$$

Se tendrá un sistema de 48 V es por la cual se selecciona el siguiente panel fotovoltaico (ver anexo n° 03 y 04):

- ❖ Potencia de modulo = 370 w Mono cristalino.
- ❖ Marca = Bauer Energy.
- ❖ Modelo = BSP370M.

Para un sistema de 48 V tenemos:

Paneles agrupados en serie

$$N_s = \frac{V_{sistema}}{V_{panel}}$$

$$N_s = \frac{48}{40.1} = 1.2 \approx 2 \text{ paneles}$$

Paneles agrupados en paralelo

$$N_T = \frac{\text{Numero total de paneles}}{\text{Numero de paneles en serie}} = \frac{7}{2} = 3.5 \approx 4 \text{ grupos de paneles}$$

Por lo que se evidencia que se tendrán 4 grupos de paneles conectados en paralelo cada grupo estará formado por 2 paneles conectados en serie haciendo un número total de 8 paneles.

3.3.4 Cálculo y selección del sistema del acumulador

Se realiza el cálculo de la capacidad de la batería mediante la siguiente expresión:

$$C_n = \frac{E}{V_s} \times \frac{N}{P_d}$$

C_n = Capacidad de la batería (Ah).

E = Energía Real (wh).

N = días de autonomia = 4

P_d = Profundidad de descarga = 0.8

V_s = Voltaje del Sistema = 48 V

$$C_n = \frac{14100}{48} \times \frac{4}{0.8} = 1468.75 (A.h)$$

Se seleccionaron las baterías marca Ultracell, el modelo UCG 288-12, que cuentan con una capacidad de 288 Ah y un voltaje de operación de 12 voltios, se armaran cuatro baterías en serie para completar 48 voltios del sistema por lo que se tendrá 2 grupos de baterías puestas en paralelo para un total de 8 baterías con una capacidad de Ah más que suficiente para el sistema (ver anexo n° 05).

Se tendrá en cuenta la ventilación de las baterías para evitar la acumulación de hidrógeno.

3.3.5 Cálculo y selección del regulador de carga

$$I_{max} = I_{cc} \times N_p$$

Dónde:

I_{max} = Intensidad máxima (A).

I_{cc} = Intensidad del Corto circuito del modulo (A).

N_p = Numero de paneles en paralelo

$$I_{max} = 8.95 \times 4 = 35.8 A$$

Se selecciona 1 regulador de marca: VICTRON ENERGY de 100 amperios modelo: MPPT 150/100 (ver anexo n° 06).

Estos reguladores de carga se colocarán en paralelo para que cumplan con lo requerido por el sistema.

3.3.6 Cálculo y selección del Inversor

Para este diseño de sistema a 48 V se selecciona la marca BESTSUN de 4 kw – 48 DC de las siguientes características (ver anexo n° 7).

Para lo cual se tiene una corriente máxima del sistema fotovoltaico de 393.8 A y según las especificaciones técnicas del inversor seleccionado (ver anexo n° 07), se indica que la Máxima corriente de Carga = 120 A.

$$\text{Número de Inversores} = \frac{35.8 \text{ A}}{120 \text{ A}} = 0.298$$

$$\text{Número de Inversores} \approx 1$$

3.3.7 Selección de los Conductores (ver anexo n° 08).

Tabla 7: selección de conductor

Tamo	Descripción	Selección del Conductor
Conductor del Panel al Regulador de Carga	El conductor deberá soportar la corriente de cortocircuito del controlador teniendo una intensidad de 35.8 A.	conductor de 16 mm2 en THW
Conductor Regulador a la Batería	El conductor deberá soportar el paso mínimo de una intensidad de 35.8 A	conductor de 16 mm2 en THW
Conductor Batería al Inversor	El conductor deberá soportar la corriente que el inversor necesita para poder alimentar a la bomba sumergible que tiene un consumo de 63.4 A.	conductor de 16 mm2 en THW
Conductor Inversor a las Bombas	En este caso el conductor debe soportar la intensidad de corriente de los motores que es 31.7 A.	conductor de 4 mm2 en THW

Fuente: Propia.

3.3.8 Cálculo de Caída de Tensión

$$\Delta V = \frac{0.0309 \times I \times L \times \cos\phi}{S \times V} \times 100$$

Dónde:

I = Intensidad de Corriente (A).

L = Longitud de la Instalación (m)

S = Sección del conductor (mm²)

V = Tensión de Línea (V)

$\cos\phi$ = Factor de Potencia

Conductor del Panel al Regulador de Carga

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times 35.8 \times 12 \times 0.90}{16 \times 48} \times 100 = 1.55$$

$$\Delta V (\%) = 1.55 < 3\% \text{ ok}$$

Conductor Regulador a la Batería

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times 35.8 \times 7 \times 0.90}{16 \times 48} \times 100 = 0.91$$

$$\Delta V (\%) = 0.91 < 3\% \text{ ok}$$

Conductor Batería al Inversor

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times 63.4 \times 5 \times 0.90}{16 \times 48} \times 100 = 1.15$$

$$\Delta V (\%) = 1.15 < 3\% \text{ ok}$$

Conductor Inversor a las Cargas

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times 31.7 \times 12 \times 0.90}{4 \times 220} \times 100 = 1.20$$

$$\Delta V (\%) = 1.20 < 3\% \text{ ok}$$

3.4 Realizar la evaluación económica del sistema de generación eléctrica fotovoltaico.

3.4.1 Determinación del Presupuesto del Sistema Fotovoltaico:

Tabla 8: determinación del presupuesto fotovoltaico

Descripción	Cantidad	Precio unitario S/.	Precio Total S/.
Paneles Solares 370 watt	8	1,114.00	8,912.00
Estructuras de Panel solar	8	180.00	1,440.00
Inversor Bestsun de 4000 watts, 48 DC	1	4,570.00	4,570.00
Regulador de Carga solar Victron Energy de 100 A modelo MPPT 150/100	1	2,300.00	2,300.00
Electrobomba sumergible modelo 4SR45G/75, PEDROLLO de 7.5 HP	1	4,986.00	4,986.00
Batería TROJAN 8D-AGM, 254 Ah de 12V	8	980.00	7,840.00
Conductor THW de 4mm ²	1 Rollo	160.00	160.00
Conductor THW de 16mm ²	1 Rollo	380.00	380.00
Tubo PVC de 1 pulgada	200	8.5	1,700.00
Montaje Electromecánico	1	10,500.00	10,500.00
Transporte	1	4,500.00	4,500.00
Ferretería	1	2,700.00	2,700.00
Trabajos Civiles	1	75,000.00	45,000.00
Presupuesto del módulo fotovoltaico			94,988.00

Fuente: Propia

El presupuesto total para la implementación del sistema fotovoltaico asciende a la suma de S/. 94,988.00 (Noventa y Cuatro Mil Novecientos Ochenta y Ocho con 00/100 Soles).

3.4.2 Evaluación Económica del Presupuesto del Sistema Fotovoltaico:

Se tiene en cuenta lo siguiente:

a) Ingresos

Tabla 9: evaluación económica del sistema

Producción por hectárea de esparrago	Producción total en 2 hectáreas	Precio Unitario por Kg	Número de Cosechas al año	Producción por Año S/.
6500 kilos de esparrago	13000 kilos de esparrago	S/. 3.50	2	S/. 91,000.00

Fuente: Propia

b) Egresos

Se tiene lo siguiente:

- Gastos de salarios de Peones por siembra (10 peones a 30 soles por día x 5 días).
- Mantenimiento de Sembrío.
- Gastos de Operación y Mantenimiento.
- Gastos de salarios de Peones (3 peones a 30 soles por día x 30 días)

Tabla 10: costo de inversión de siembra

Descripción	Costo por Siembra	Costo por Año
Gasto de peones por Siembra de Maíz	S/. 1,500.00	S/. 3,000.00
Mantenimiento de Sembrío	S/.1000.00	S/.2000.00
Gastos de Operación y Mantenimiento	S/. 1500.00	S/. 3000.00
Gastos de Salarios de Peones por cosecha	S/. 2,700	S/. 5,400.00

Fuente: Propia

Evaluación económica del proyecto

Tabla 11: Evaluación económica proyecto

AÑOS	0	1	2
INGRESOS	Inversión (Costo de Proyecto)	Ingresos Trabajos realizados	Ingresos Trabajos realizados
Ingresos	94988.00	91000.00	91000.00
Otros		0.00	0.00
Total Ingresos	94988.00	91000.00	91000.00
EGRESOS			
Gastos de Salario por sembrío		-3000.00	-3000.00
Mantenimiento de sembrío		-2000.00	-2000.00
Operación y mantenimiento		-3000.00	-3000.00
Gastos Salario de peones cosecha		-5400.00	-5400.00
Total Egresos	0.00	-13400.00	-13400.00
INGRESO NETO	-94988.00	77600.00	77600.00

VAN S/	39,689.69
TIR	40.03%
Tasa de descuento	10%

Para lo cual tenemos:

Valor Actual Neto (VAN)	39,689.69	Se acepta	Si $VAN \geq 0$: se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza.
Tasa Interna de Retorno (TIR)	40.03%	Se acepta	Si $TIR > t = 10\%$: se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza.

Fuente: propia

IV. DISCUSIÓN

En la investigación sobre el prototipo de un sistema fotovoltaico para los proyectos de cooperación de la Universidad Carlos III desarrollada por Arijá en el año 2010 se estableció que según la ingenuidad de un sistema de bombeo que se determinó de manera directa se pudo notar que es una tecnología muy sencilla y de bajo costo que puede ser utilizada en países en vías de desarrollo con carentes recursos económicos. Por lo que se manifiesta según los resultados de esta investigación que un bombeo solar directo donde no se utilicen tecnologías de conversión de corriente directa a alterna y sistemas de almacenamiento de energía establecerá tecnologías de bajo costo que resultaran muy beneficiosas para los usuarios, la comparación es porque el procedimiento de ambos trabajos son similares en cuanto a la manipulación y cálculos de demandas ya que el proyecto presentado también justifica el riego en parcelas de maíz

Según la investigación de que se toma como antecedente donde se establece una comparación entre el gasto que involucra la instanciación de sistemas fotovoltaicos en invernaderos y el gasto de instalar una red pública para la misma carga, se estableció que dicho trabajo presenta un método de investigación propuesto donde establece el consumo y distancia mínima como función de que tan distante esa la red del sistema interconectado existente, mediante este método se establece que la instalación de sistemas fotovoltaicos son justificadores si se tiene la comparación entre la instalación del propio sistema fotovoltaico y la instalación de toda la implementación de una sistema de posterío y conductores para conectarlos a una red interconectada a la Red de Energía Eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad por sus siglas determinado como CFE, se determinó que has una capacidad de consumo de energía de 30 kWh se establecieron como aceptables para utilizar sistemas fotovoltaicos, el cálculo se determinado mediante una software desarrollado por una es cual de postgrado IAUIA en la Universidad Austral de Chile. En el caso de esta investigación el consumo de energía es de 11 kWh diarios con lo que se respalda la aplicación de que sistemas fotovoltaicos de consumo menor a

los 30 kWh son más rentables que la conexión a las redes de distribución interconectados.

Como lo menciona Moran Facchini y Doña en su investigación del 2010 la integración de los sistemas de generación fotovoltaicos a las redes de energía de los sistemas interconectados es posible, y esto permitiría que las redes interconectadas de energía se dejaran de comportar como redes pasivas, lo que alteraría la estructura que se tiene hasta el momento de manera jerárquica tradicional donde la energía es distribuida desde los centros de generación convencionales que se encuentran en gran parte concentrados y es difícil que llegue de manera ideal a todos los consumidores finales. Si se inyecta una fuente de generación a las redes de distribución la energía ya no fluiría de un sitio a otro de manera lineal sino en forma de anillo entonces de acuerdo a la investigación que se genera en este informe se determina que la energía fotovoltaica se puede generar en fundos o parcelar agropecuarios menores y queda la situación de analizar su inyección a los sistemas de distribución así la generación propuesta podría funcionar como sistemas de generación distribuidas y contribuir a la descentralización de la generación eléctrica.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó el consumo hídrico necesario para abastecimiento en el fundo San José es de $Q = 9600 \text{ l/h}$, pero como son 2 hectáreas entonces el requerimiento hídrico total sería $Q = 19200 \text{ l/h}$.
- Se concluye que durante la toma de mediciones de 9 días desde el 15 al 24 de mayo del año 2019 se tiene un potencial promedio de entre 7.63 kWh/m² y 6.25 kWh/m² tomándose para los cálculos precedentes el menor valor para establecer un criterio de la radiación más crítica
- Según los cálculos se determinó que este SFV utilizara un total de 4 grupos de paneles solares conectados en paralelo la cual cada grupo tendrá 2 paneles conectados en serie haciendo un total de 8 paneles totales, se utilizaran 2 grupos de baterías y cada grupo está conformado por 4 baterías conectadas en serie haciendo un total de 8 baterías, se utilizaran 1 regulador y 1 inversor.
- El presupuesto que se determinó como inversión inicial para la instalación del SFV tuvo el monto de S/. 94,988.00, la evaluación económica dio un evaluador TIR de 40.03% y un evaluador VAN de S/. 39,689.99 lo que hace el sistema fotovoltaico rentable.

VI. RECOMENDACIONES

- Tener en consideración el consumo hídrico total siendo este $Q = 19200 \text{ l/h}$ ya que con esa cantidad de agua se garantizara que el sistema de captación de agua tenga un buen funcionamiento.
- Para poder realizar alguna corrección en los cálculos del sistema debió a una ampliación o reducción del sistema se debe tomar siempre la radiación menor de la zona que en este caso es de 6.25 kWh/m^2 , ya que si se toma una radiación mayor cuando se presente la mínima el sistema no tendrá la capacidad de satisfacer la demanda de energía.
- Se recomienda que si se ejecuta la investigación como algo real se utilicen tecnologías con las mismas capacidades técnicas es decir los paneles solares deben tener como mínimo una potencia pico de 370 W , las baterías deben tener una capacidad de 288 Ah para que se utilicen solamente 8, el regulador debe tener una capacidad de 100 amperios con una configuración MPPT, el inversor debe ser como mínimo de 4 kW y 48 voltios en DC.
- Se determina que la universidad recomiende al fundo San José ejecutar el proyecto como un proyecto de inversión debido a que la evaluación económica salió positiva con sus indicadores TRI y VAN.

REFERENCIAS

- **ORTIZ**, Poblano y Santos , Edilberto. *Comparación de los costos de sistemas fotovoltaicos para invernaderos y gastos de energía eléctrica de la red*. chapingo, estado de méxico : s.n., revista mexicana de ciencias agrícolas, vol. 6, págs. 679-693. mayo del 2015.
- **GIRAUDY**, Arafet y Massipe, carlos. *factibilidad de instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red*; ingeniería energética, vol. xxxv, págs. 141-148. issn 1815 -5901. agosto de 2014.
- **MORÁN**, Federico A., Facchini, marco l. y doña, victor. *Impacto de la generación fotovoltaica distribuida en los niveles de tensión. aplicación caso real*. san juan, argentina : s.n., avances en energías renovables y medio ambiente, vol. 14. issn 0329-5184. 2010.
- **ORBEGOZO**, c. y Arivilca, r. *Energía solar fotovoltaica, manual técnico para instalaciones domiciliarias*. 2010.
- **ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA - OSINERGMIN**. *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aporte al crecimiento económico del país*. magdalena del mar, lima : s.n., 2016.
- **PAREJA Aparicio**, Miguel. *Energía sola fotovoltaica: cálculo de una instalación aislada*. barcelon : marcombo s.a., isbn: 978-84-267-1596-8.,2010.
- **PIRIZ sagahon, Imanol yalli**. *Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú*. lima -perú : escola de camins - universidad agraria la molina, 2013.
- **MOSSANDEI**, rogerio anaclides, brown manrique, oscar y mujica cervantes, albi. *Riego por goteo con energía solar para el tomate en cavaco, benguela, angola*, Ciego de Avila, Cuba : s.n., , Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 24, págs. 11-17. ISSN -1010-2760. Abri, Mayo, junio de 2015.

ANEXOS

ANEXO N° 01

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO SOLARIMETRO



METROLOGÍA E INGENIERÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

O.T. : 0560-2019
N° EXPEDIENTE : 0756-2019

Página : 1 de 2
Fecha : 2019-04-29

1 CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
Dirección : CAL. JUAN XXIII NRO. 391 CERCADO LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE

2 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MEDIDOR DE POTENCIA SOLAR
Marca : AMBIENT WEATHER
Modelo : TM-206
Serie : 120901868
Alcance : 2000 W/m2
Procedencia : Taiwan

3 FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN
Fecha : 2019-04-29
Lugar de Calibración : Laboratorio de Calibraciones ENERLAB SAC

4 METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados trazables a INACAL-DM.

5 PATRON DE CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
GENERADOR DE FORMAS DE ONDA	RIGOL	DG 4062	LTF-C-103-2018	INACAL-DM
TERMOHIGROMETRO	LUFFT	OPUS 20	LH-062-2019	INACAL-DM
MULTIMETRO	FLUKE	8846A	LE-084-2019	INACAL-DM

6 CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,3 °C	23,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	65,8 %	64,6 %

7 OBSERVACIONES

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.

La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aproximado de 95%.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Ing. Máximo Oriundo Cordero
CIP: 94415
Gerencia Técnica



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima
Metrología (511) 376-9578 RPC: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038
ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe
Ingeniería (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ingenieria@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

Página : 2 de 2
Fecha : 2019-04-29

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADO
Test de Prueba		Conforme
Verificacion de Panel de Control		Conforme
Verificacion de sensor		Conforme
Prueba de OFF-SET (Cero)		Conforme

Medicion de Potencia Solar (W/m2)

VALOR PATRON (W/m2)	VALOR EQUIPO (W/m2)	FACTOR DE CORRECCION (W/m2)	INCERTIDUNBRE (W/m2)
50,0	50,7	-0,7	0,1
100,0	100,9	-0,9	0,1
190,0	191,3	-1,3	0,1

VALOR PATRON (W/m2)	VALOR EQUIPO (W/m2)	FACTOR DE CORRECCION (W/m2)	INCERTIDUNBRE (W/m2)
500	502	-2	1
1000	1005	-5	1
1500	1506	-6	1

FIN DE DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima

Metrologia (511) 376-9578 RPC: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038

ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe

Ingenieria (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ingenieria@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe

ANEXO N° 02

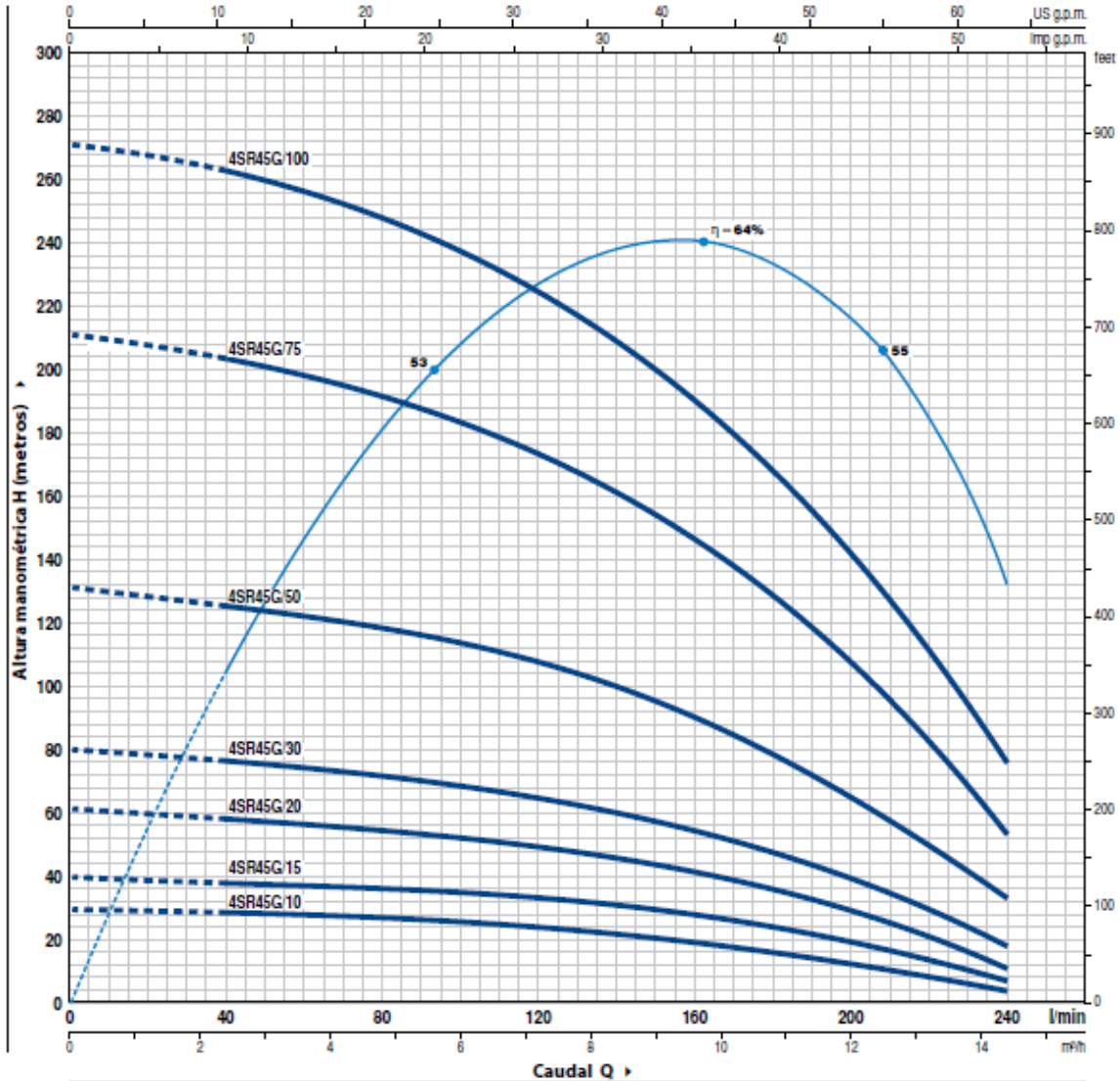
Curva de Trabajo de Bomba Sumergible

4SR45G



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



MODELO		POTENCIA (P2)		Q m³/h l/min	H metros	0	2.4	4.8	7.2	9.6	12.0	14.4
Monofásica	Trifásica	kW	HP			0	40	80	120	160	200	240
4SR45Gm/10	4SR45G/10	0.75	1			30	28	26	24	20	15	6
4SR45Gm/15	4SR45G/15	1.1	1.5			40	39	36	33.5	28.5	20	9
4SR45Gm/20	4SR45G/20	1.5	2			61	57	54	50	42.5	31.5	12
4SR45Gm/30	4SR45G/30	2.2	3			79	76	73	65	55	41.5	19
-	4SR45G/50	3.7	5			131	126	120	107	91	67	34
-	4SR45G/75	5.5	7.5			210	204	191	173	149	109	54
-	4SR45G/100	7.5	10			270	262	249	226	192	140	76

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

ANEXO N° 03

Características eléctricas del módulo solar



PANEL SOLAR 370W 72 CÉLULAS MONOCRISTALINO

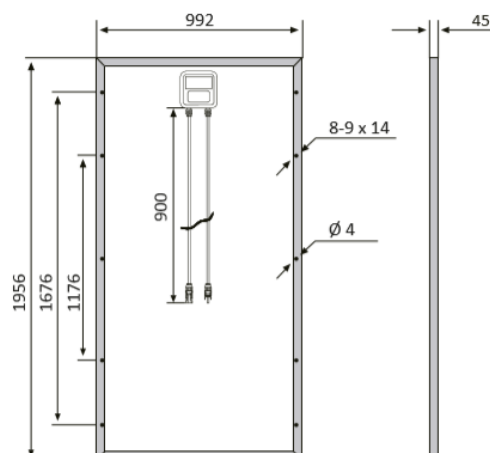
Características

Tamaño del módulo	1956 x 992 x 45 mm
Células	72 piezas monocristalinas (156 x 156 mm)
Cristal	Bajo contenido en hierro y templado (3,2 mm)
Potencia máxima (Wp)	370W
Cable	90cm, 4mm ²
Voltaje en circuito abierto (Voc)	48.3V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	9.95A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	40.1V
Intensidad a máxima potencia (Im)	9.23A
Condiciones del test	1000W/m ² , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.02973%
Coefficiente temperatura – Uoc	-0.38038%
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.57402%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	19%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	21.5 kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia	25 años

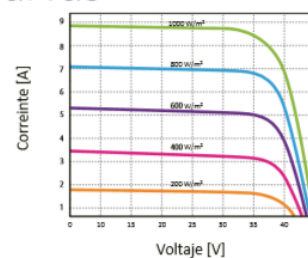
BSP370M



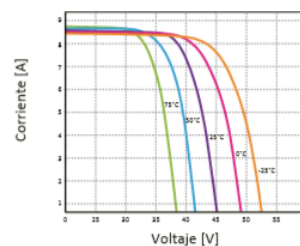
Esquemas



Curvas



Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación



Características de los módulos a temperaturas variables e irradiación constante de 1.000W/m²

ANEXO N° 04

Sistema de Montaje del módulo solar



Montaje para suelo rústico

Componentes

Guía K2-Solid LS

Garantía

12 años

Material

Aluminio 6063 T66

Medidas disponibles: Según necesidad

Peso: 2,95 Kg/m

Pórtico

Garantía

12 años

Material

Aluminio 6063 T66

Medidas disponibles: Según necesidad

Peso: Según modelo

Tornillo de cimentación (opcional)

Garantía

12 años

Material

Acero galvanizado

Medidas disponibles: Aprox. 1500mm

Peso: Según modelo



K2 Systems

Creada en 2004, K2 Systems, con sede en la ciudad alemana de Leonberg, es una de las compañías líderes en la producción de sistemas de montaje en aluminio para instalaciones fotovoltaicas. Desde su constitución, el fabricante cuenta con un crecimiento continuo por lo que ha abierto tres oficinas, una en Italia y dos en Francia.

Las estructuras K2 Systems están fabricadas en aleación de aluminio 6063 T66 AlMgSi 05 F22. Esta combinación ha demostrado ser especialmente resistente al agua del mar y también en ambientes salubres, por lo que, además, está recomendada para instalaciones en lugares costeros.

Este sistema incorpora un estudio personalizado y a medida del cliente, que incluye análisis de la zona de carga de viento y nieve, con ángulos de inclinación a petición del cliente dependiendo de sus necesidades. Tiene una garantía de 12 años y está disponible de inmediato. A pesar de que más del 90% del sistema está fabricado en aluminio 6063 (excepto tornillería y piezas de agarre que están fabricadas en acero inoxidable), el precio del sistema encaja perfectamente en el mercado español.

ANEXO N° 05

Especificaciones técnicas del acumulador seleccionado

UCG288-12

12V 288AH
Deep Cycle

Ultracell®
Quality in Every Usage

UCG288-12



Physical Specification

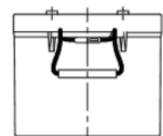
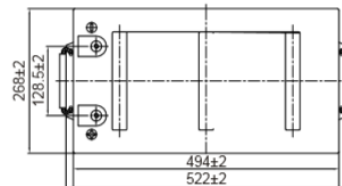
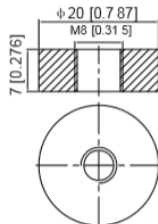
Part Number	UCG288-12
Length	522 ± 2 mm
Width	268 ± 2 mm
Container Height	220 ± 2 mm
Total Height (with terminal)	226 ± 2 mm
Approx Weight	70 kg

Specifications

	Nominal Voltage	12V
	Nominal Capacity (100HR)	288AH
Terminal Type	Standard Terminal	F11
Container Material	Standard Option	ABS
Rated Capacity	20hr, 1.80V/cell, 25°C	260 AH / 13.0A
	10hr, 1.80V/cell, 25°C	250.0 AH / 25.0A
	5hr, 1.75V/cell, 25°C	214.0 AH / 42.8A
	1hr, 1.60V/cell, 25°C	153.9 AH / 153.9A
Max Discharge Current	2500A (5s)	
Internal Resistance	Approx 2.5mΩ	
Discharge Characteristics	Operating Temp. Range	Discharge: -15°C~50°C
		Charge: 0°C~40°C
		Storage: -15°C~40°C
	Nominal Operating Temp. Range	25±3°C
	Cycle Use	Initial Charging Current less than 75.0A. Voltage 14.4V ~ 15V at 25°C Temp. Coefficient -30mV/°C
	Standby Use	No limit on Initial Charging Current Voltage 13.5V ~ 13.8V at 25°C Temp. Coefficient -20mV/°C
	Capacity affect by Temperature	40°C 103%
		25°C 100%
		0°C 96%
Design Floating Life at 20°C	15 Years	
Self Discharge	Ultracell batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.	

Dimensions

F11 Terminal



ANEXO N° 06

Especificaciones técnicas del Controlador de Carga

Vervolg specificaties

BlueSolar-laadcontroller	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Accuspanning	12/24/48V Auto Select (36 V: handmatig)	
Maximale accustroom	85 A	100A
Maximale PV-stroom, 12V 1a,b)	1200 W	1450W
Maximale PV-stroom, 24V 1a,b)	2400 W	2900W
Maximale PV-stroom, 36V 1a,b)	3600W	4350W
Maximale PV-stroom, 48V 1a,b)	4900W	5800W
Maximale PV-nullastspanning	150V	
Piekefficiëntie	98%	
Eigen verbruik	Minder dan 35mA @ 12V / 20mA @ 48V	
Laadspanning 'absorptielading'	Standaardinstelling: 14,4V / 28,8V / 43,2V / 57,6V (regelbaar)	
Laadspanning 'egalisatie'	Fabrieksinstelling: 16,2V / 32,4V / 48,6V / 64,8V (regelbaar)	
Laadspanning 'druppellading'	Standaardinstelling: 13,8V / 27,6V / 41,4V / 55,2V (regelbaar)	
Laadalgoritme	meertraps adaptief (acht voorgeprogrammeerde algoritmes)	
Temperatuurcompensatie	-16mV/°C / -32mV/°C / -48mV/°C / -64mV/°C	
Beveiliging	Omgekeerde polariteit accu (zekering, niet toegankelijk voor gebruiker) Kortsluiting uitgang / Overtemperatuur	
Bedrijfstemperatuur	-30 tot +60°C (volledig nominaal vermogen tot 40°C)	
Vocht	95%, niet condenserend	
Maximale hoogte	2000m	
Omgevingsomstandigheden	Binnen, natuurlijk	
Verontreinigingsgraad	PD3	
Datacommunicatiepoort en aan/uit op afstand	VE.Direct Zie het witboek over datacommunicatie op onze website	
Parallele werking	Ja, maar niet gesynchroniseerd	
BEHUIZING		
Kleur	Blauw (RAL 5012)	
PV-aansluitingen 2)	35mm² / AWG2 (Tr-modellen), of dubbele MC4-stekkers (MC4-modellen)	
Accu-aansluitingen	35mm² / AWG2	
Beschermingsklasse	IP43 (elektronische componenten) IP 22 (aansluitingsgebied)	
Gewicht	4,5 kg	
Afmetingen (h x b x d)	Tr-modellen: 216 x 295 x 103 mm MC4-modellen: 246 x 295 x 103 mm	
NORMEN		
Veiligheid	NEN-EN-IEC 62109	
1a) Als meer PV-stroom wordt aangesloten, beperkt de controller het ingangsvermogen tot het maximale vermogen. 1b) De controller start pas als de PV-spanning $V_{accu} + 5V$ overschrijdt. Daarna bedraagt de minimale PV-spanning $V_{accu} + 1V$. 2) MC4-modellen: er zijn meerdere splitterparen nodig om de anders van de zonnepanelen parallel te laten lopen		



victron energy

ANEXO N° 07

Especificaciones técnicas del Inversor

Product Specification

Bestsun

Solar Power System

Technical Parameters

MODEL		BPS-1000M	BPS-2000M	BPS-3000M	BPS-4000M	BPS-5000M
Default Battery System Voltage		24VDC			48VDC	
INVERTER OUTPUT	Rated Power	1000VA/ 800W	2000VA/ 1600W	3000VA/ 2400W	4000VA/ 3200W	5000VA/ 4000W
		Surge Power	2000VA	4000VA	6000VA	8000VA
	Waveform	Pure sine wave				
	AC Voltage Regulation (Batt Mode)	230VAC±5%				
	Inverter Efficiency (Peak)	90%	93%			
	Transfer Time	10ms(For Personal Computers) 20ms(For Home Appliances)				
AC INPUT	Voltage	230VAC				
	Selectable Voltage Range	170~280VAC(For Personal Computers) 90~280VAC(For Home Appliances)				
	Frequency Range	50Hz/60Hz (Auto sensing)				
BATTERY	Nominal voltage	24VDC			48VDC	
	Floating Charge Voltage	27VDC			54VDC	
	Overcharge Protection	31VDC			60VDC	
SOLAR CHARGER & AC CHARGER	Maximum PV Array Open Circuit Voltage	75VDC			145VDC	
	PV Array MPPT Voltage Range	30~60VDC			60~115VDC	
	Standby Power Consumption	2W				
	Rated Power	600W			1000W	
	Maximum Solar Charge Current	30A			60A	
	Maximum Efficiency	98%				
	Maximum AC Charge Current	10A or 20A	20A or 30A			60A
	Maximum Charge Current	25A	30A			120A
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Dimension,W*H*D(mm)	272*372*131			295*528*141	
	Net Weight(kg)	7.4	7.6	8	12.5	13.5
OTHER	Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)				
	Operating Temperature	0°C -55 °C				
	Storage Temperature	-15 °C -80 °C				

ANEXO N° 08

Especificaciones del cableado según la capacidad de corriente permisible en amperios

CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMISIBLE EN AMPERES

Temperatura ambiente: 30 °C

Temperatura admisible en el conductor: 70 °C (TW-70; TWF-70; TWT-70)

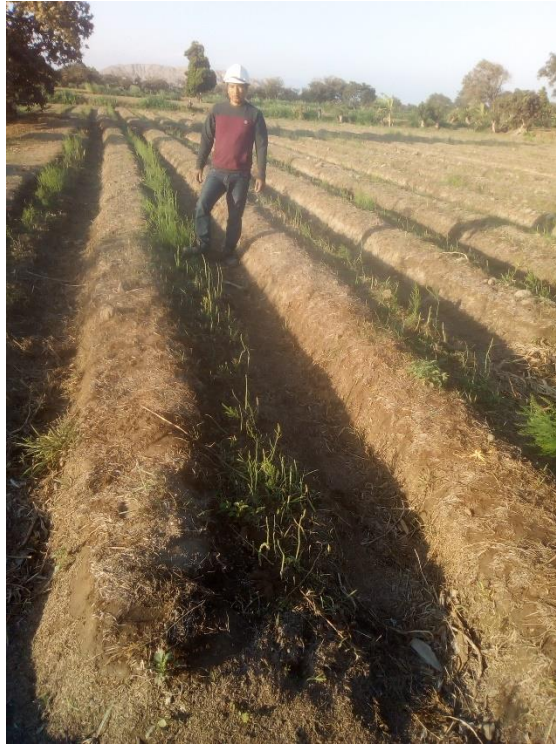
Temperatura admisible en el conductor: 90 °C (THW-90; THWF-90; XHHW-90; CAI; CAI-S)

CONDUCTOR		CAPACIDAD DE CORRIENTE Ampere			
Calibre AWG-MCM	Sección mm²	Instalaciones en Tubo Máximo Tres Conductores		Instalaciones al Aire Libre	
		TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR			
		70 °C	90 °C	70 °C	90 °C
18	0,821	9	14	13	18
	1,0	11	16	16	24
16	1,31	13	18	19	24
	1,5	15	22	23	27
14	2,08	20	25	28	35
	2,5	20	27	28	35
12	3,31	25	30	33	40
	4	26	34	35	46
10	5,26	34	40	48	55
	6	36	42	50	60
8	8,37	47	55	66	80
	10	47	60	74	83
6	13,3	62	75	90	105
	16	71	78	100	115
4	21,15	81	95	120	140
	25	90	100	133	150
2	33,63	110	130	160	190
	35	114	130	165	190
1	42,41	124	150	185	220
	50	138	150	210	230
1/0	53,51	143	170	220	260
2/0	67,44	166	195	250	300
	70	171	195	255	300
3/0	85,02	190	225	295	350
	95	204	225	315	355
4/0	107,2	219	260	340	405
	120	233	260	360	405
250	126,7	242	290	385	455
	150	271	300	420	480
300	152,0	271	320	420	505
350	177,4	295	350	480	570
	185	304	350	490	570
400	202,7	318	380	520	615
	240	357	400	565	635
500	253,4	361	430	590	700
	300	400	455	655	740
600	304,0	400	475	655	780
750	380,0	450	535	745	855
	400	465	535	775	880
	500	518	595	890	1 000
1000	506,7	518	615	890	1 055

ANEXO N° 09
Galería de fotos



En esta foto se evidencia los campos de cultivo de esparrago del fundo San José



En esta imagen se puede observar que el esparrago se encuentra en plena cosecha.



En la imagen se puede observar los campos de esparrago listos para ser cosechados



Se evidencia el esparrago cosechado por jabas de 30 kg c/u.



Se evidencia la recolección diaria en este caso se recoleto 12 jabas de 30 kg c/u por día.